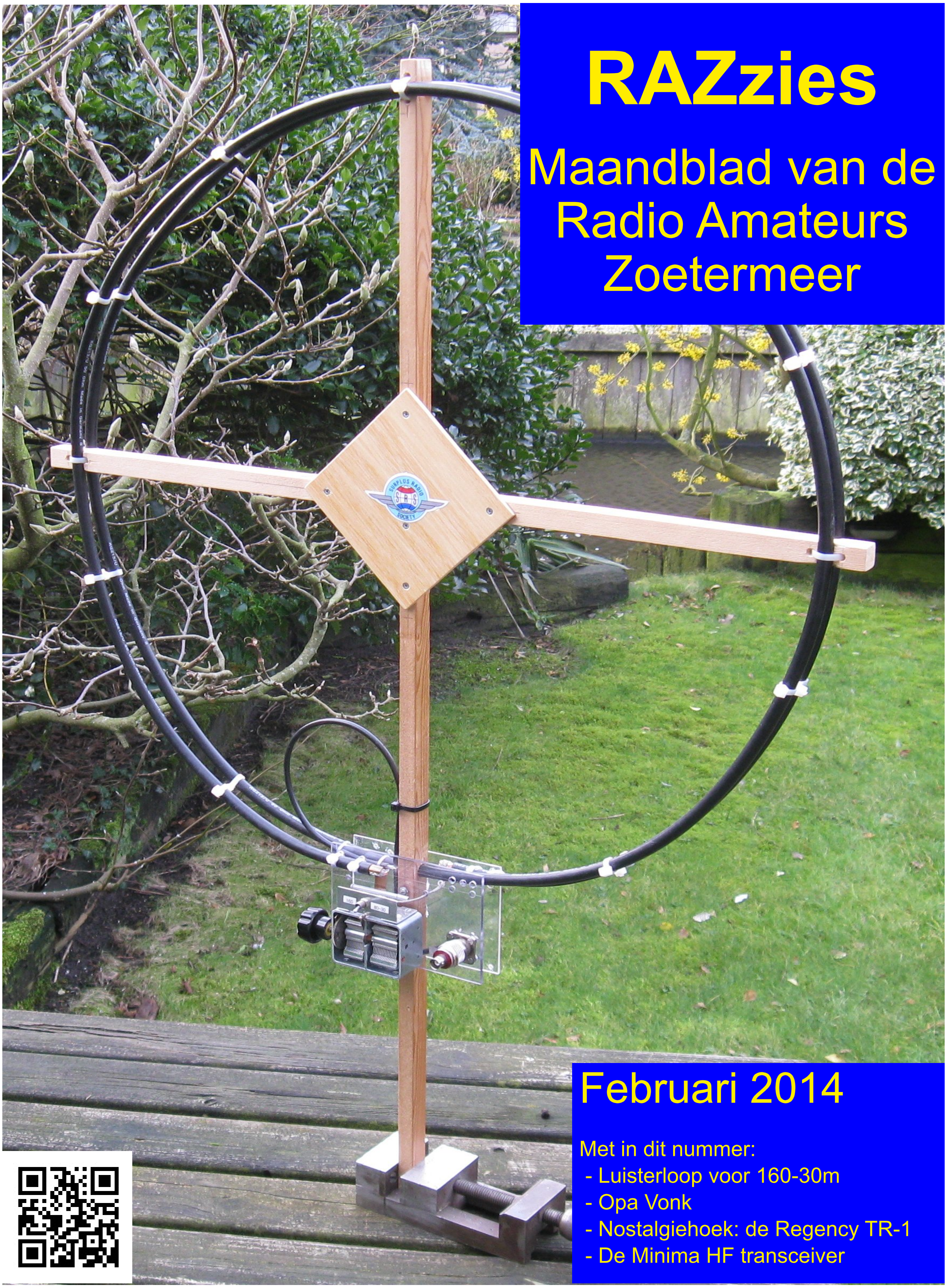
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Februari 2014

Met in dit nummer:

- Luisterloop voor 160-30m
- Opa Vonk
- Nostalgiehoek: de Regency TR-1
- De Minima HF transceiver

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Inmiddels zijn de feestdagen achter de rug en richten we ons op het nieuwe jaar. De Wattmeter is nog steeds onderwerp van onderzoek: we mikken nu op een drietal opnemers, namelijk HF/6m, 4m en 2m/70cm. En die laatste houdt de gemoederen flink bezig. Uiteraard moet alles perfect zijn, dus wordt er nog steeds gemeten en getest. Wel zijn de prototypen van de printen van de meter zelf inmiddels besteld, zodat we dat alvast kunnen testen. De tijd gaat een beetje een rol spelen; we zullen de afweging moeten maken of we dit nog vóór de zomer gaan vrijgeven, of daarna. Daar zijn we nog niet uit..

De banden vertonen wisselende condities; over het algemeen zijn de lage banden niet best. Waar ik afgelopen winters nogal eens verbindingen maakte met mijn B2 replica, is hij deze winter nog niet uit het vet geweest. Gewoon omdat de condities er niet zijn op 80m, en ook op 40 heb ik al een paar keer gekeken of de antenne er wel in zat. Daarintegen gebeuren er op de hogere frequenties de meest verrassende dingen: er komen zelfs 4m alerts voorbij. In de winter! Normaal begint dat pas eind april/begin mei weer. De geleerden zijn er dan ook niet uit wat er nou precies gebeurt op de zon; op de wetenschappelijke sites die ik volg staat wel een paar keer per week een of ander artikel over de rare gedragingen van de zon. Aangezien de geleerden het dus kennelijk ook niet weten, heb ik maar besloten me te laten verrassen. Gewoon af en toe eens over de diverse banden draaien, en werken wat er te werken valt.

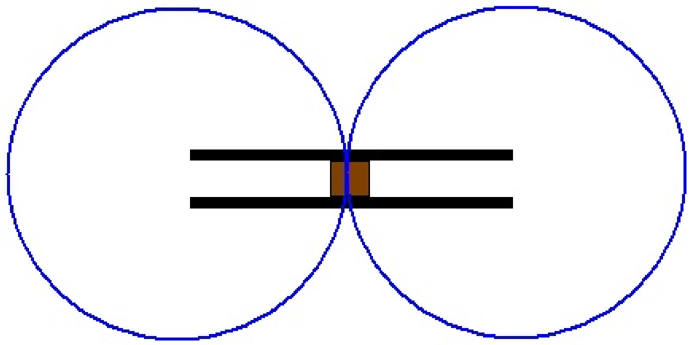
Een magnetische loop antenne voor ontvangst van 160-30 mtr.

Mans Veldman, PA2HGJ

Sinds een aantal maanden is bij mij thuis de QRM gestegen tot S9 +20dB. De reden is duidelijk: platte TV's, schakelvoedingen, PLC modems en ander elektronisch gespuis verpest het HF spectrum. Met kabel-, internet- en FM radio zijn er weinig mensen die daar last van hebben, behalve dan die enkeling die op zijn zoldertje probeert wat signaaltjes uit het KG spectrum te verschalken. Omdat je vaak leest of hoort dat een loopantenne ongevoelig is voor QRM besloot ik daarmee eens te gaan experimenteren.

Veel (bijna alle) man-made noise komt uit het directe (nabije) elektrisch veld (E-veld). De, bij amateurs, meest gebruikte antenne typen (dipool, langdraad, groundplane, enz.) worden hoofdzakelijk aangestoten door het E-veld en zijn dus gevoelig voor deze vorm van QRM. Bij een afgestemde loop antenne wordt het E-veld echter sterk beperkt en krijgt het magnetische veld (H-veld) de overhand. We spreken dan ook meestal over een magnetische loop antenne. Bij ontvangst is een magnetische loop dus veel minder gevoelig voor het elektrische veld en heb je minder last van QRM. Daar komt ook nog bij dat een loop in één bepaalde richting een diepe nul heeft in het stralingsdiagram

(richtingsgevoelig, loodrecht op de loop). Door juist uitrichten van de loop kan een lokale QRM bron sterk verminderd worden.



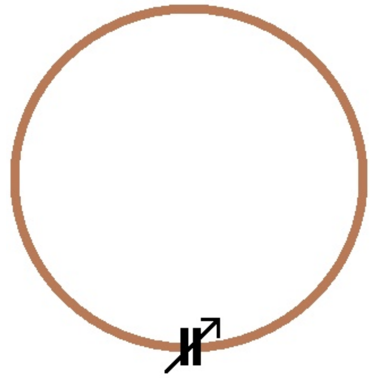
Stralingspatroon loop

Een stukje theorie en wat praktijk

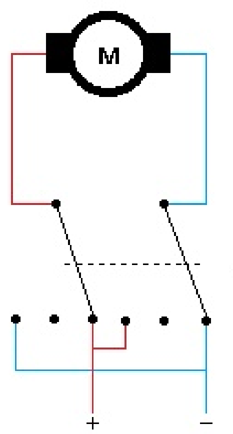
Dat een antenne die bij zenden hoofdzakelijk een magnetisch veld produceert toch een E-veld kan opwekken in een dipool, wordt verklaard uit de wetten van Maxwell (1). Deze wetten verklaren ook dat een door een dipool uitgezonden E-veld kan worden ontvangen met een antenne die vooral voor het magnetisch veld gevoelig is. Kort samengevat is het als volgt: E- en H-velden worden door een antenne in ongelijke sterkte geproduceerd (dipool meer E- en loop meer H). Na een paar golflengtes herstelt het evenwicht zich en is niet meer te bepalen door welk type antenne ze zijn opgewekt.

Er zijn boeken en websites volgeschreven over de theorie achter de magnetische loop (2), dus dat ga ik hier niet allemaal herhalen. Interessant is nog een lezing uit 1980 door PAoMJK het is een bundeling van de overheadsheets die hij gebruikte. Je kunt het downloaden op de site van PA3ECT (3) waar ook veel andere informatie over loops te vinden is.

De afgestemde loop waar we het over hebben is niet anders dan een kring bestaande uit een spoel met een parallel C (fig1). Uitkoppeling kan inductief plaatsvinden (koppellus of ringkern) of met een gamma-match.



De spoel bestaat uit maar één of twee windingen van een geleider met een grote diameter. De Q van de kring is dan ook erg hoog. Aangezien de bandbreedte gelijk is aan B = fc/Q verklaart dat direct dat bij een hoge Q de bandbreedte erg smal is. Je zult dus bij het afstemmen van de ontvanger ook de antenne steeds moeten afstemmen.



De ontvangst-loop waar dit artikel over gaat is bedoeld voor gebruik binnenshuis en afstemmen kan dan ook eenvoudig gebeuren met een knop op de afstem-C. De afstemming luistert wel nauw vanwege de beperkte bandbreedte, dus als de afstem-C geen ingebouwde vertraging heeft, is het aan te raden een knop met vertraging hiervoor te gebruiken. Staat de loop ver weg van de ontvanger, dan zul je één of andere manier voor afstemmen op afstand moeten bedenken. Het meest eenvoudige is een DC-motortje dat de C aandrijft. Met een driestanden dubbelpolige schakelaar kun je het motortje dan links- of rechtsom laten draaien of uitschakelen (middenstand). Neem een 12V motortje dat bij een lage spanning (b.v. 3V) ook nog voldoende koppel heeft. Een motortje met aangebouwd vertragingskastje is het mooiste voor deze toepassing.

Er moet natuurlijk ook een manier zijn om het signaal uit te koppelen naar de ontvanger. Het meest eenvoudigst gaat dit met een koppellus welke we inductief koppelen met de loop (fig. 2). Een vuistregel hierbij is dat de diameter van de koppellus 1/5 bedraagt van de totale loopdiameter. Je kunt een eenvoudige uitkoppeling maken met een stuk 2,5mm^2 installatiedraad, maar ook een koppellus kan nog wel eens wat ongewenste QRM oppikken. De oplossing is dan

een afgeschermde koppellus, een z.g. Faraday shield. Hierbij wordt de koppellus bijna geheel afgeschermd voor het E-veld, maar er zit een kleine onderbreking in de afscherming zodat er geen kortgesloten winding ontstaat. Ik heb een stukje RG-58 coax genomen en hiermee een lus met bijna 1/5 loopdiameter gemaakt. Daarna de kern aan de mantel gesoldeerd. Op de site van Frank, N4SPP, is veel informatie te vinden over verschillende manieren van uitkoppelen (4).

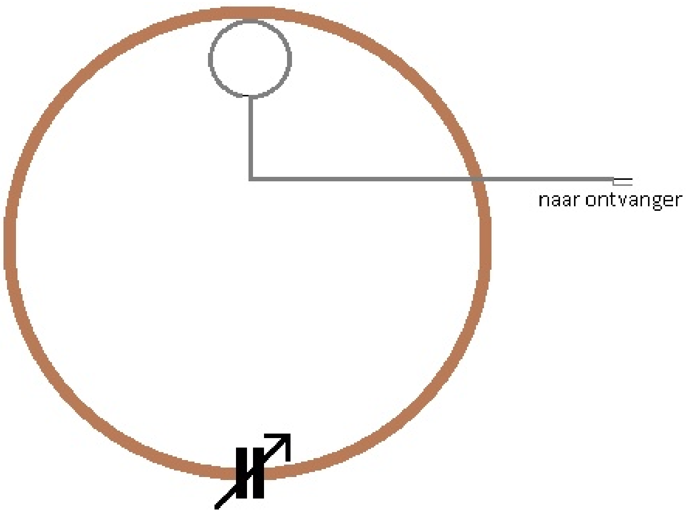
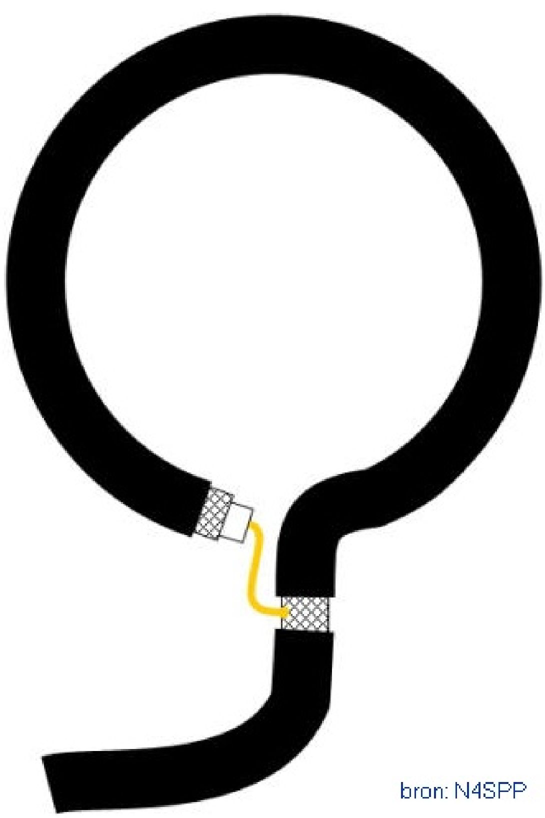


Fig. 2



Koppellus RG-58. Diameter = 1/5 loop diam. Kern aan de mantel

Uitvoering van de loopantenne.

Met 4 meter coax maak je een loop met een doorsnede van 1,25 meter (D = Omtrek / 3,14) maar omdat ik dat wat onhandig vond qua afmetingen voor binnenshuis heb ik een loop met een dubbele winding gemaakt. De diameter is dan 65 cm. Om de bruikbaarheid te beoordelen heb ik de coax opgerold tot een spoel van 2 windingen en tussen de uiteinden een 500pF C geplaatst en met een stukje 2,5mm2 VD draad een uitkoppellus gemaakt van 30 cm doorsnede. Alles heb ik vastgezet met wat ty-raps™

Gauw aangesloten op de ontvanger en luisteren op 80 mtr. Nou dat viel wel wat tegen… nog steeds S9 +20dB QRM, maar door draaien van de loop kon ik wel een scherp minimum vinden in de QRM waarbij het niveau zakte tot S7.

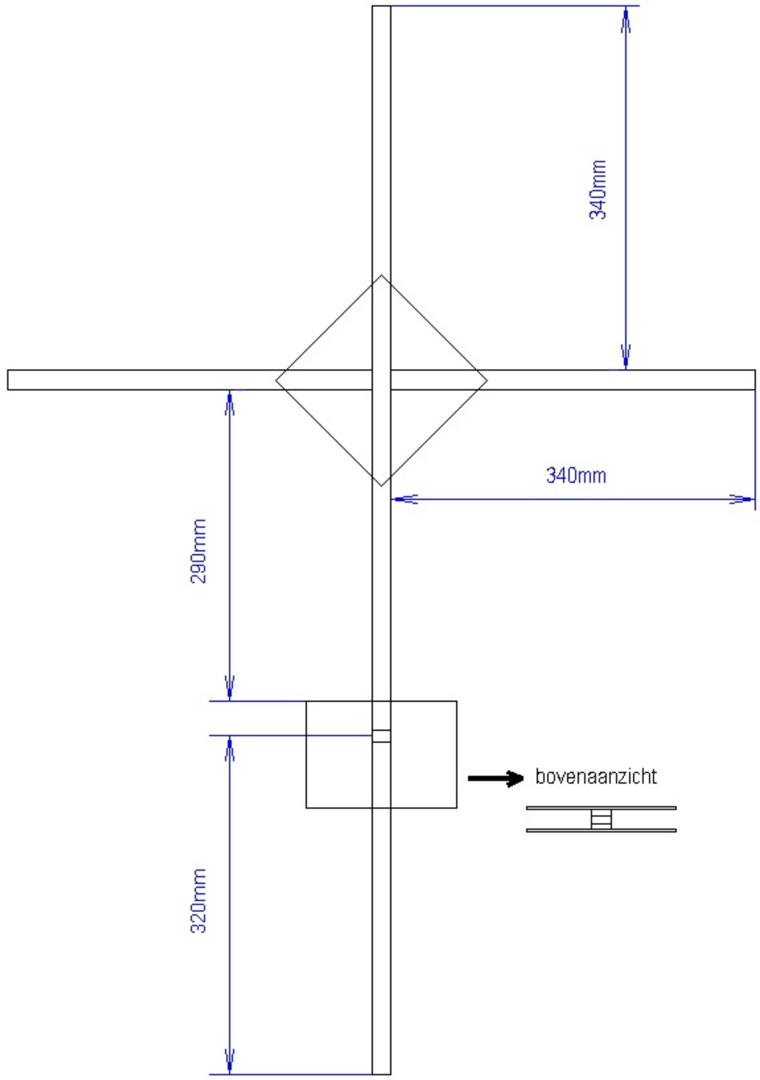
Om te kijken of het op 160mtr. ook bruikbaar is heb ik 1000pF parallel geschakeld aan de afstem-C en afgestemd op 1850kHz. Het resultaat was boven verwachting, op 160 mtr. kon ik de QRM volledig wegdraaien met de loop, terwijl de QSO's met ongeveer S9 werden ontvangen. Na het toepassen van een afgeschermde uitkoppeling kon ik ook op 80 mtr. de QRM tot S3 terug brengen.

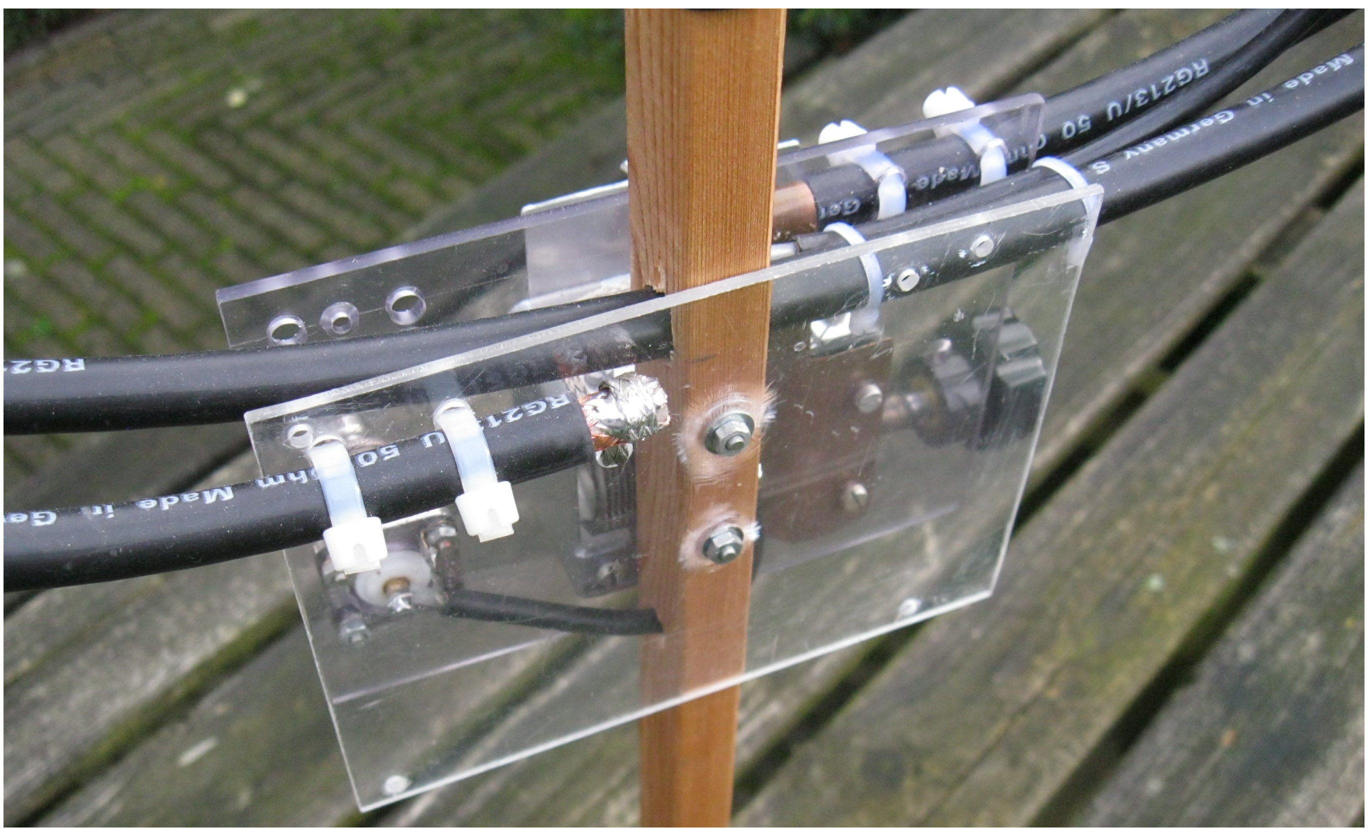
Materiaal

4 meter RG-213 coax
1 meter RG-58 coax
1 afstem-C 2 x 500pF (een dubbele varco uit een oude radio voldoet prima)
1 keramische C 560pF
1 schakelaartje enkelpolig om
2 houten latjes 340x18x18mm
1 houten lat 1000x18x18mm
1 plaatje triplex 140x140mm
2 plaatjes triplex of plexiglas 140x110mm

Boor in de lat van 1 mtr. een gat van 10mm op 32cm vanaf de onderkant. Hier moet later de RG-213 door. Maak met de korte latjes een kruisframe en zet alles vast met het vierkante triplex plaatje. Gebruik houtlijm en schroefjes voor een stevige verbinding. Monteer de andere triplex plaatjes volgens tekening parallel aan de voor en achterzijde. Gebruik weer houtlijm en schroefjes. Bij plexiglas kun je twee M3 boutjes nemen die door-en-door gaan.

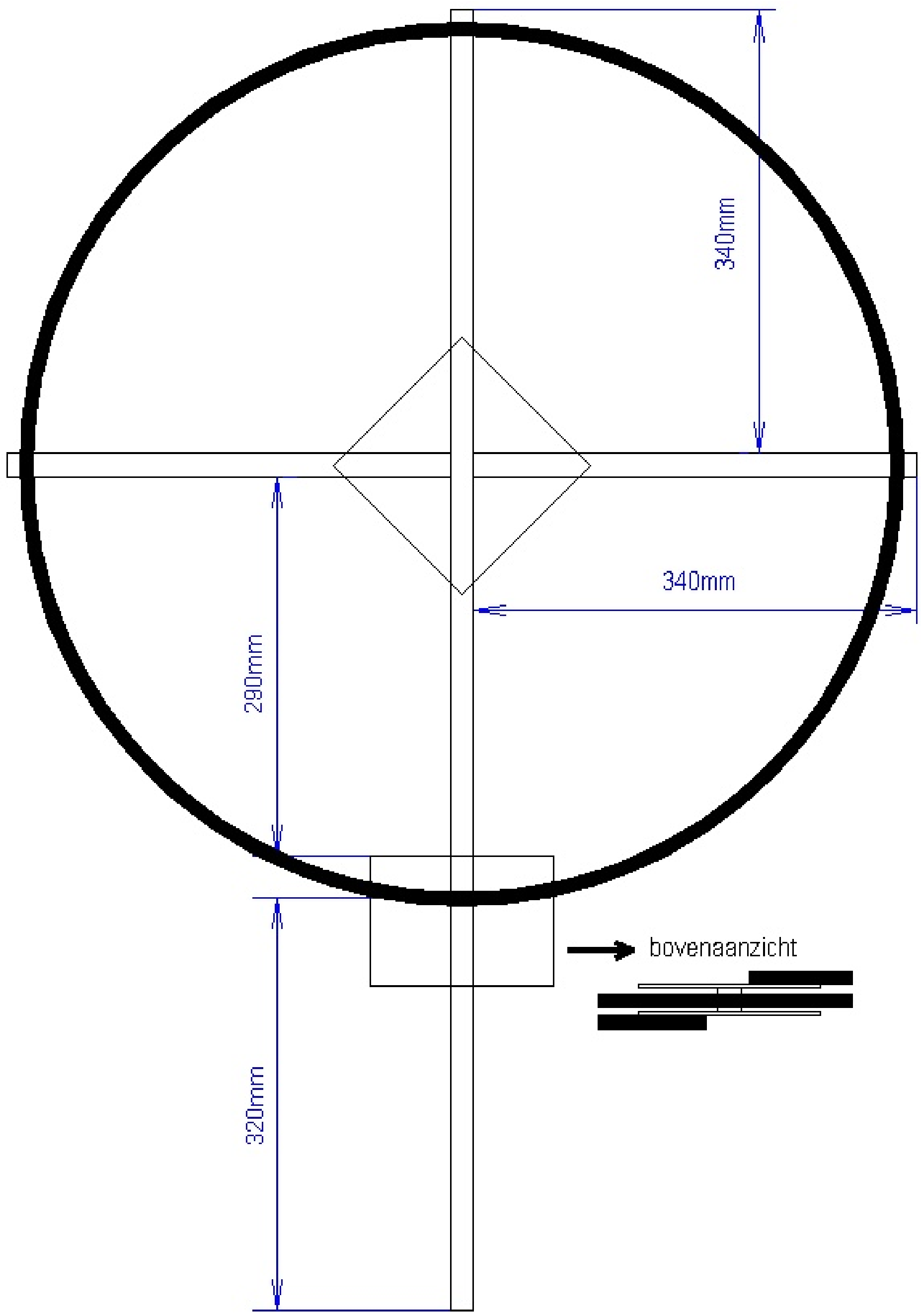
Steek de RG-213 tot de helft door het 10mm gat in de staander en maak één wikkeling linksom achterlangs, en één winding rechtsom voorlangs. Zet het vast aan de latjes met ty-raps™. In de triplex plaatjes kun je een paar gaatjes boren om de RG-213 vast te kunnen zetten met ty-raps™.





De afstem-C komt uit een oude radio, en was behoorlijk vies van nicotine en andere aanslag. Ik heb wel eens gehoord dat men zo'n ding gewoon in de vaatwasser doet maar dat leek mij niet zo'n goed idee. Ik heb in een plastic potje wat kokend water gedaan en daarin een vaatwastablet opgelost. Hier heb ik de varco voorzichtig in laten zakken. Het resultaat is verbluffend, vanaf het moment dat de varco met de zeepoplossing in contact komt begint het spul te borrelen en te schuimen en zie je het vuil er direct vanaf komen. Na minder dan 1 minuut zag de varco er als nieuw uit. Daarna goed afspoelen onder lauw water en drogen met een haarföhn (gebruik geen verfstripper, die is veel te heet). Omdat na de wasbeurt al het vet verdwenen is moet je wel de lagertjes even opnieuw van een drupje olie voorzien.

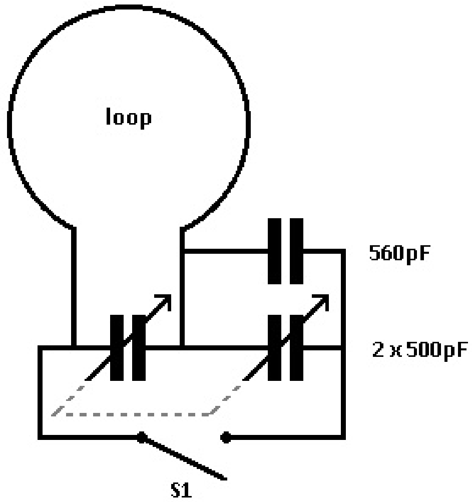
Nu kun je de afstem-C op het onderste triplex plaatje monteren. Van de RG-213 wordt alleen de buitenmantel gebruikt en hoewel niet zo belangrijk als bij een loop voor zenden kan het geen kwaad ook bij een ontvangstloop de overgangsweerstanden (verlies!!!) laag te houden. Zorg dus voor een goede verbinding tussen loop en varco. Gebruik geen dun draad, maar b.v. koperen stripjes of de mantel van een stuk coax kabel.



...twee wikkelingen naast elkaar.

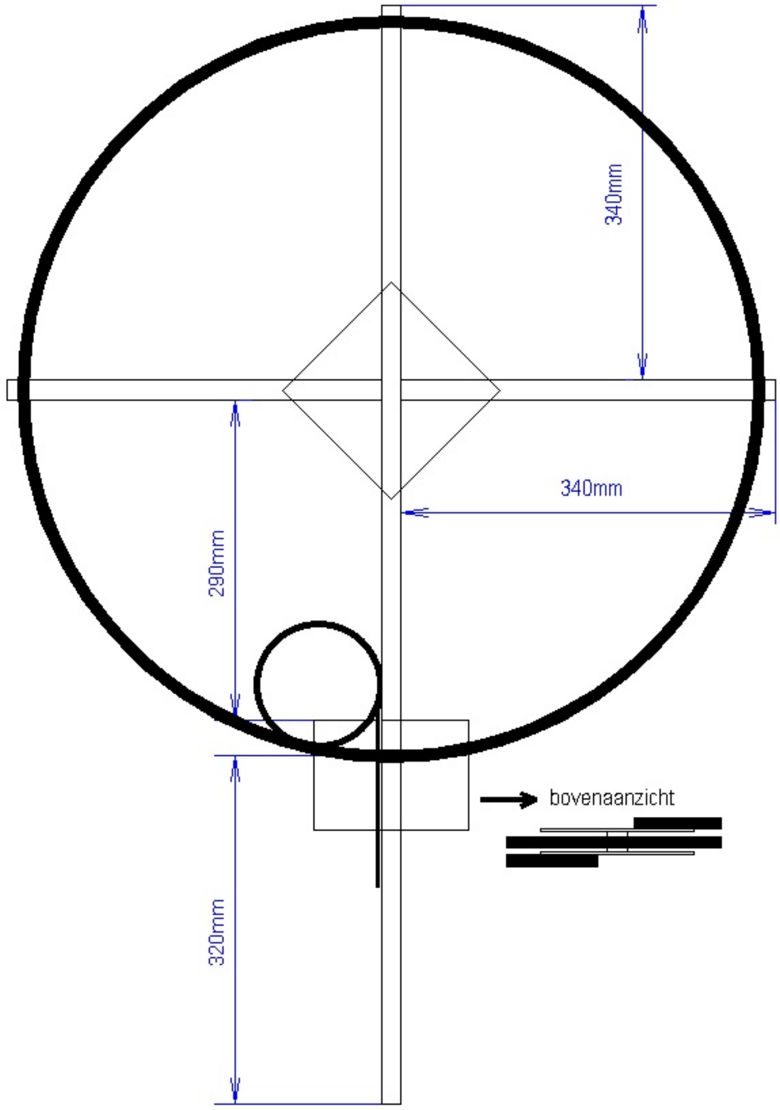
Voor 80 t/m 30 mtr. heb je voldoende aan één sectie van de dubbele afstem-C (500pF).

Voor 160 mtr. Is er meer capaciteit nodig. Dit is eenvoudig te realiseren door de tweede sectie + een extra C van 560pF parallel te schakelen. Hiervoor monteer je een klein schakelaartje op de afstem-C om daarmee te kunnen schakelen tussen de twee bereiken.

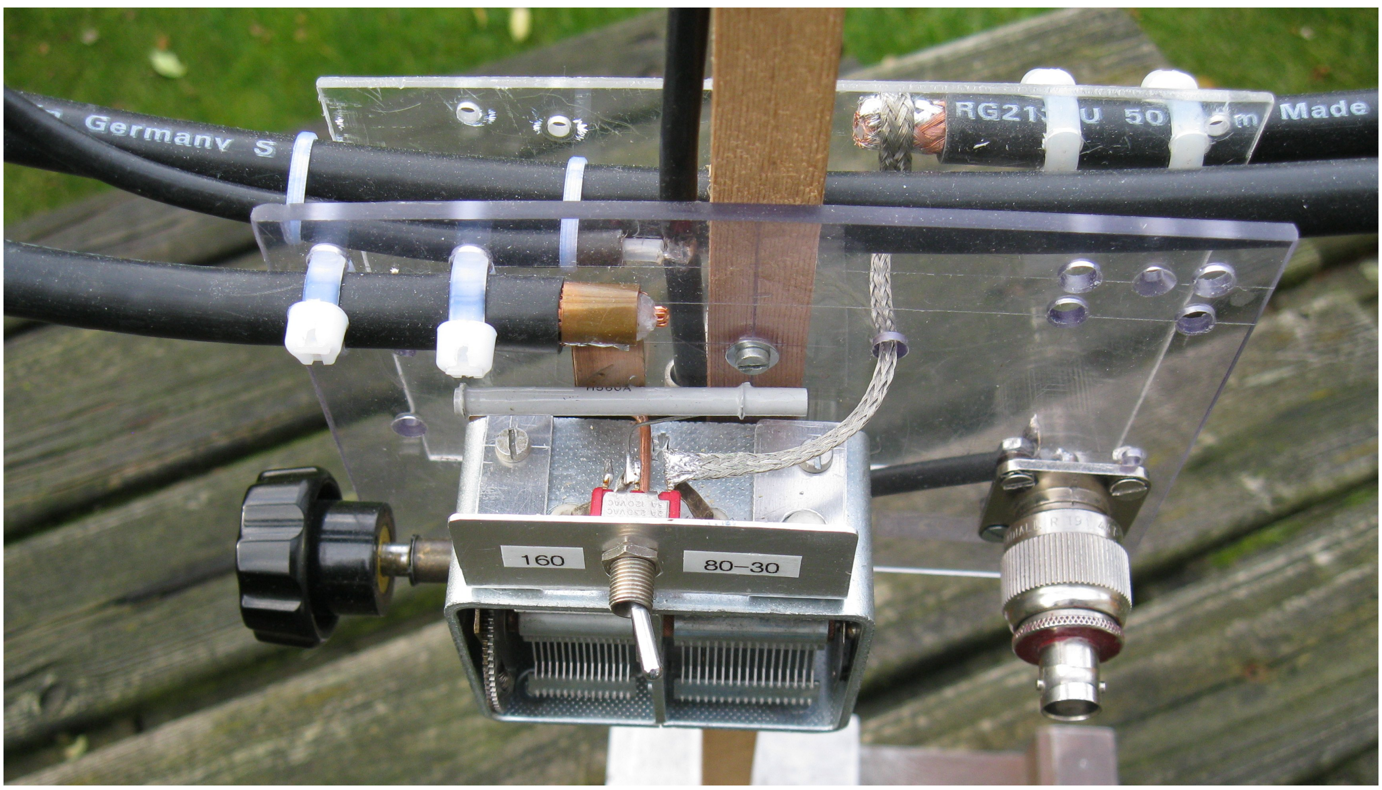


Omschakeling: 160mtr. (schakelaar gesloten) of 80-30mtr. (schakelaar open)

Rechts: plaatsing van de koppelloop.



De koppellus heb ik tussen de twee plaatjes met ty-raps™ vastgezet aan de loop. Het andere eind is afgemonteerd op een PL-chassisdeel. Zie de detailfoto hieronder.

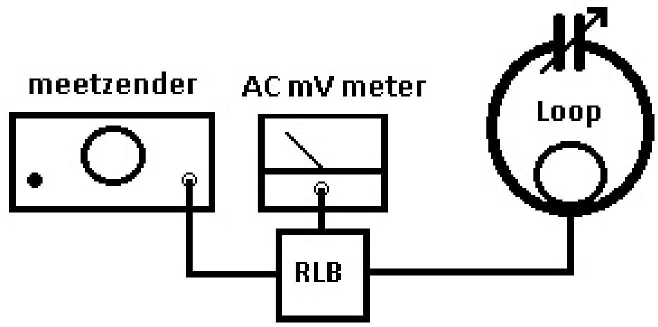


Metingen

Ik heb ook een paar metingen aan de loop gedaan om b.v. de bandbreedte te achterhalen. Hiertoe stem je de loop af op een bepaald signaal (fc) en daarna zoek je de twee frequenties op (hoger en lager dan fc) waarbij de output van de loop met 3dB is afgenomen (de uitgangsspanning van de loop is hierbij gedaald tot 70% van het maximum, het vermogen is afgenomen tot 50%). Het verschil tussen de twee frequenties is de bandbreedte.

In eerste instantie injecteerde ik een signaal uit de meetzender door een meetsnoertje om de loop te wikkelen en dit aan te sluiten op een meetzender. Bij het bepalen van de bandbreedte kwam ik op een onwaarschijnlijke waarde van 100kHz op 80 meter. Dat kan nooit kloppen, blijkbaar is de Q een stuk lager geworden door de vaste koppeling met de meetzender. Ik heb het nog even geprobeerd met een lossere koppeling, maar dat blijft ook behelpen. Je kunt het wel bepalen met een transceiver en een SWR-meter (verstem de loop tot de SWR is opgelopen tot 1:2 d.i. 50% vermogen) maar je hebt dan wel een paar Watt vermogen nodig omdat een SWR-meter vrij ongevoelig is.

De oplossing vond ik op internet in de vorm van een Return-Loss bridge. Hiermee kun je met heel weinig signaal heel nauwkeurig de bandbreedte bepalen. Een Return-Loss bridge is sowieso een heel handige uitbreiding voor je meetlab. Je kunt er in een 50 Ohm systeem allerlei onbekende in- en uitgangsimpedanties mee bepalen, antennetuners afstemmen zonder vermogen, VSWR bepalen, etc. In een volgend artikel zal ik uitgebreider ingaan op zelfbouw en gebruik van een Return-Loss bridge. In het kort, hoe meer de onbekende impedantie (in ons geval van de loop) de 50 Ohm benadert, des te lager de spanning op de uitgang (waar de meter aan hangt)



Bepalen bandbreedte

Je hebt een meetzender (of griddipper) en een wisselspanningvoltmeter met dB schaal nodig. Sluit alles aan volgens de afbeelding en stel de meetzender in op de frequentie waarop je wilt meten. Stem nu de loop af tot je een diepe dip hebt op de meter. Geeft nu wat meer output op de meetzender (frequentie niet veranderen!) zodat de meter -3dB aangeeft. Draai nu de frequentie op de meetzender omlaag tot de meter 0dB aanwijst en noteer de frequentie. Draai daarna de frequentie omhoog tot de meter weer naar -3dB en vervolgens naar 0dB gaat en noteer weer de frequentie. Het verschil tussen de beide frequenties is de bandbreedte. Hoe dieper de dip, des te meer de impedantie van de loop 50 Ohm benadert (des te beter is dus de VSWR).

Bepalen bereik v.d. loop

Gebruik weer de opstelling volgens de afbeelding maar draai de C op de loop nu helemaal in en zoek met de meetzender de frequentie waarbij er een diepe dip is. Dit is het onderste bereik van de loop. Draai vervolgens de C helemaal uit en verhoog de frequentie langzaam tot er weer een dip is, dit is het bovenste bereik. Het hoogste bereik wordt vooral bepaald door de minimumcapaciteit van de afstem-C.

Meetrapport RX-Loop C=500pF (schakelaar open)				
$f_{min.}$	$f_{max.}$	gemeten bandbreedte		
		3650 kHz.	7100 kHz	10120 kHz
2987 kHz	13200 kHz	8.1 kHz	8 kHz	28 kHz

Meetrapport RX-Loop C=1500pF (schakelaar dicht)				
$f_{min.}$	$f_{max.}$	gemeten bandbreedte		
		1850 kHz.		
1657 kHz	2700 kHz	17 kHz		

Bepalen VSWR

Met de RLB kun je de Return-Loss bepalen en hieruit de VSWR berekenen. In een volgend artikel over de RLB zal ik hierop terugkomen. De VSWR is o.a. afhankelijk van de plaats en de afmeting van de koppellus.

Ik gebruik een koppellus van 12cm diameter en dat is eigenlijk wat te klein (< 1/5 loopdiameter) Dit bleek ook bij het meten van de Return-Loss (zie de tabel). De positie was wel goed (laagste VSWR) maar de diameter bleek te klein. Een experiment met een koppellus van 15cm lieten een veel beter waarde zien (Return-Loss > 20dB hetgeen overeenkomt met een SWR beter dan 1:1.2)

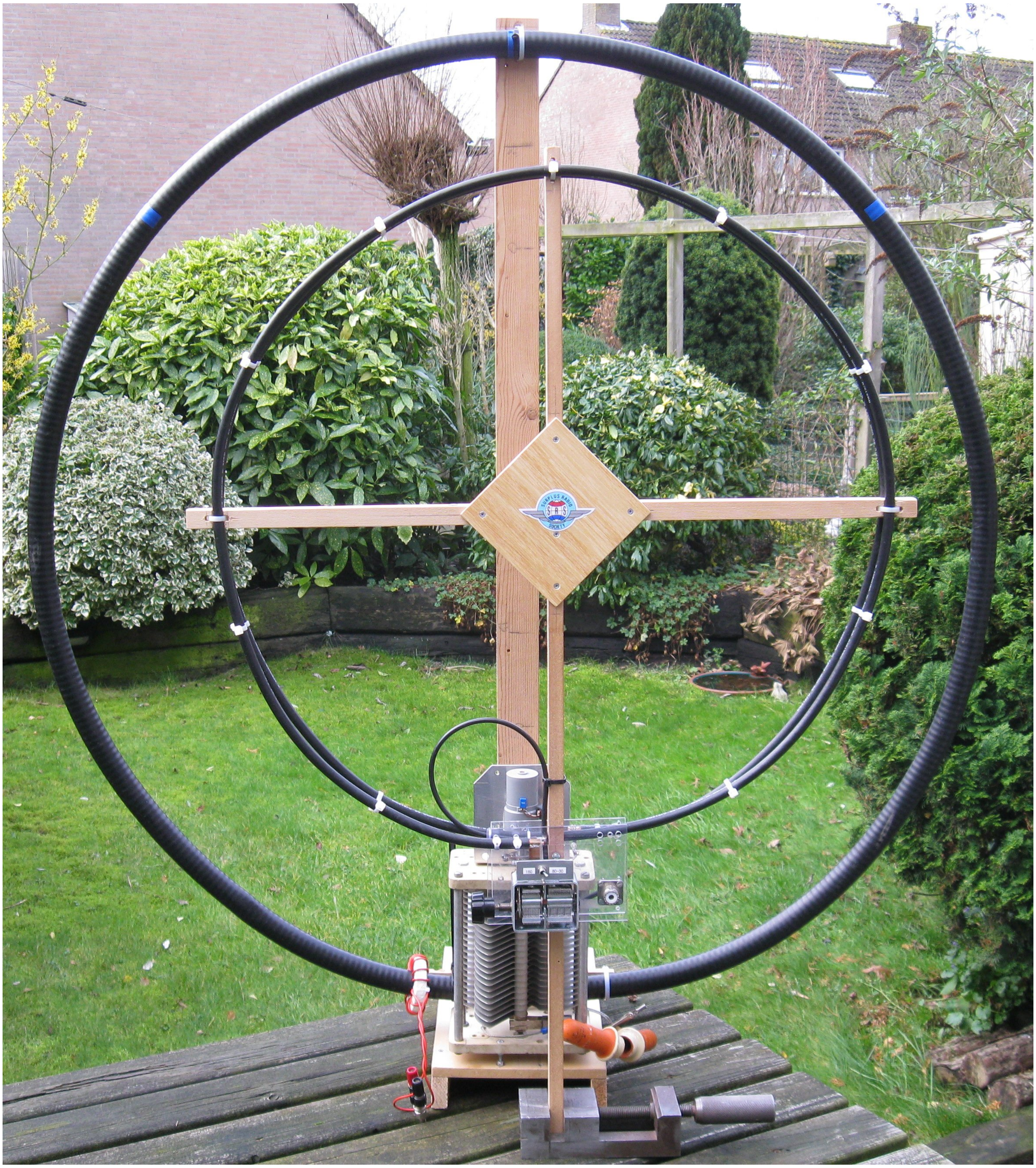
Return-Loss en hieruit berekende VSWR koppellus 120mm				
	Return-Loss	VSWR		
1850 kHz	-8dB	2.3		
3650 kHz	-10.5dB	1.8		
7100 kHz	-15dB	1.4		
10120 kHz	-11dB	1.7,8		



Zelfbouw Return-Loss bridge



Close-up bevestiging RG-213 aan de dwars-latjes



Portret met z'n grote broer (Ø 1Meter) die geschikt is voor zenden met 100W. In volgende Razzie's zal ik mijn experimenten met deze en nog grotere TX-loops beschrijven. Experimenten met een 3 Meter loop moeten buiten plaatsvinden en daar vindt ik het nu nog te fris voor. Maar komend voorjaar zal ik daarmee aan de slag gaan. Nee,de QRM krijgt mij niet klein, hi.

Veel lees- en knutselplezier met loopantenne's en onthoudt een uitspraak van Seb, PA0LB "Je moet wel heel erg je best doen om een antenne te maken die niet werkt"

1) http://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell's_equations
2) ARRL Antenna Book
3) http://pa3ect.eu/mag%20loop/MAG%20Loop%20.pdf
4) http://bit.ly/1eeEcs0



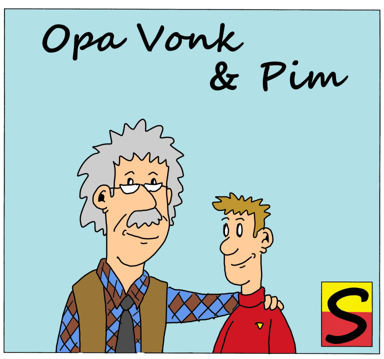
Afdelingsnieuws

Dit jaar zijn we begonnen met op de eerste bijeenkomst een nieuwjaarsreceptie waarbij ook de XYL's welkom waren, overigens op initiatief van diezelfde XYL's, ontstaan tijdens de RAZ BBQ. De receptie was uitermate druk bezocht en zeer gezellig. Zelfs zo gezellig, dat helemaal vergeten is om bewijsmateriaal te verzamelen: er zijn geen foto's van... Dat is dus zeker voor herhaling vatbaar!

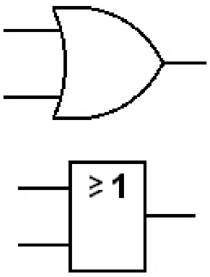
Intussen gaan ook de ontwikkelingen aan de digitale Wattmeter gewoon door. Inmiddels zijn er printen besteld voor de eerste prototypes, dus kunnen we binnenkort gaan kijken of het ook allemaal reproduceerbaar is. Er komt een meetkop voor HF+6m, een voor 4m en een voor 2m+70cm. Deze laatste doet eindelijk wat we willen dus kunnen we ook die gaan prototypen. Het gaat allemaal niet zo snel als we zouden willen, maar beter goed doorontwikkeld dan straks veel modificaties nietwaar...

Afdelingsbijeenkomsten

In februari zijn de afdelingsbijeenkomsten op woensdag 12 en woensdag 26. De 12e is de QSL-manager er weer voor het afhalen en inleveren van QSL-kaarten. Er is altijd wel wat te zien; veel amateurs nemen hun knutsels mee om te demonstreren of te laten zien. Daarnaast is ook altijd de verenigingszender aanwezig. Maak er eens een verbinding mee, en geef 5 punten weg voor het Zoetermeer award! Of, als je ons op die avond werkt, verdien die 5 punten... Zaal open vanaf 20.00; het clubgebouw van de Minigolf Zoetermeer. Wat héél prettig is, is dat het clubhuis sinds dit jaar voorzien is van WiFi! Kunnen we eindelijk het DX-cluster in de gaten houden tijdens het maken van verbindingen HI. De inloggegevens zijn bij ons bekend.

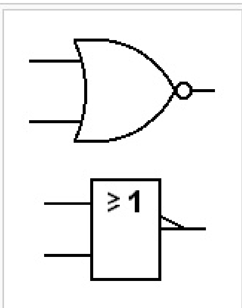


"Kunt U me helpen Opa?", vroeg Pim, kijkend naar de berg onderdelen waaruit Opa Vonk iets geschikts voor zijn experiment probeerde te vissen. "Dat hangt er vanaf", bromde Opa. "Maatschappijleer en economie waren niet mijn sterktste vakken". Pim schoot in de lach. "Het gaat niet over huiswerk. Ik heb een schakelingetje gebouwd dat óf moet aanspreken als er hoogfrequent gedetecteerd wordt, óf als een contact gesloten wordt, zoals bij een PTT sturing vanuit een ander apparaat. Maar hoe maak ik het zo dat de schakeling op allebei reageert?". "Oh", antwoordde Opa opgelucht dat het niet over moeilijke huiswerkopgaven ging, "dat doe je met een logische OR schakeling". "Dat kan voor U wel logisch zijn, maar als het dat voor mij ook was, zou ik het niet vragen", antwoordde Pim enigszins kribbig. Nu was het Opa's beurt om in de lach te schieten. "Ik bedoel Logisch in dit geval niet als in 'voordehandliggend', maar als in 'Het is een 1 of een 0'. Een digitale schakeling dus. Daar zijn diverse uitvoeringen van. Eén ervan is de 'OR' schakeling; het Engelse OF. Je kijkt dan naar de ingangssignalen en naar het bijbehorende uitgangssignaal. Voor een 'OR' schakeling ziet dat er uit zoals in het tekeningetje op de volgende bladzijde. Dat noem je ook wel een Waarheidstabel:



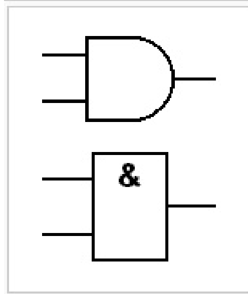
Ingangen		Uitgang
P_1	P_2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Ik heb er gelijk maar even de symbolen bij getekend: het bovenste symbool is het Amerikaanse symbool voor een OR poort, en de onderste is het algemeen in Europa gebruikte symbool. Wat je in deze tabel ziet, is dat de uitgang 1 wordt als óf de ene, óf de andere poort hoog wordt, óf allebei. Vandaar de naam OR - of in goed Nederlands - OF-poort. En dat is wat jij moet hebben. Als óf HF gedetecteerd wordt, óf de PTT bediend wordt, óf allebei, dan wil jij wat schakelen". "Inderdaad", zei Pim. "Dus dat is wat zo'n poort doet. Zijn er nog meer poorten dan?" "Oh ja hoor. Want er zijn ook poorten die precies het omgekeerde doen: dat is dan een niet-of oftewel een NOR poort.



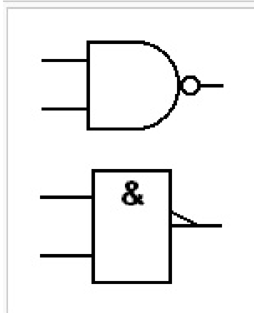
Ingangen		Uitgang
P_1	P_2	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Je ziet dat hier precies het omgekeerde gebeurt: de uitgang is 1 tenzij óf ingang 1, óf ingang 2, óf beiden hoog zijn. Feitelijk is de uitgang geïnverteerd. Dat zie je ook aan het symbool: aan de uitgang van het Amerikaanse symbool zit een rondje, en aan de uitgang van het Europese symbool een schuin streepje waarmee aangegeven wordt dat de uitgang precies omgekeerd reageert. Waarom dat handig is, zal ik je straks nog vertellen. Maar net zoals er OR poorten zijn, zijn er ook AND poorten - in het Nederlands EN poorten. En daarvoor geldt wat je in de tabel rechts boven ziet: de uitgang van een AND poort is slechts hoog als én ingang 1, én ingang 2 hoog zijn. In alle andere gevallen is de uitgang laag. Vandaar de naam EN-poort.



Ingangen		Uitgang
P_1	P_2	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

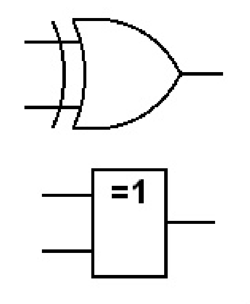
Zie ook het verschil in de symbolen: in het Amerikaanse symbool is de lijn waar de ingangen binnenkomen nu vlak in plaats van gebogen, en in het Europese symbool zie je nu het & teken. Daarmee wordt aangegeven dat er sprake is van een EN functie. En ook die is er weer in de omgekeerde variant, de NAND of NEN poort:



Ingangen		Uitgang
P_1	P_2	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ook hier zie je aan de uitgang weer het rondje respectievelijk het schuine streepje waarmee aangegeven wordt dat de uitgang geïnverteerd is. In dat geval wordt de uitgang pas nul als én de eerste, én de tweede ingang hoog zijn. Overigens geef ik je hier steeds poorten met twee ingangen, maar er bestaan ook poorten met meerdere ingangen. Daarvoor geldt dan wel nog steeds hetzelfde: als bij een OR poort maar één van de ingangen hoog is, is de uitgang al hoog, want óf ingang 1, óf ingang 2, óf ingang n, net zoveel als er ingangen zijn, hoeft maar hoog te zijn bij een OF poort. Meer mag ook, maar één is al genoeg. En bij een AND poort met meerdere ingangen moeten ALLE ingangen hoog zijn wil de uitgang hoog worden; én ingang 1, én ingang 2, én ingang n, net zoveel als er ingangen zijn. Er zijn poorten met drie ingangen, maar er zijn ook poorten met wel 8 ingangen. Heb je andere combinaties nodig, dan kan je poorten combineren tot de functie die je nodig hebt. Je maakt dan eerst zo'n waarheidstabel, en daaruit zie je welke poorten nodig zijn.

Een bijzondere poort die ik je niet wil onthouden, is de XOR poort - de eXclusive OR poort. Die heeft een wat aparte waarheidstabel:



Ingangen		Uitgang
P_1	P_2	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

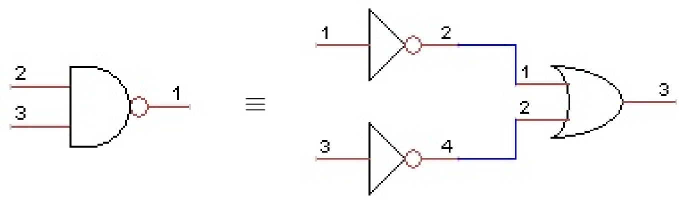
Het is verleidelijk om te zeggen dat de uitgang nu hoog is als de ingangen niet aan elkaar gelijk zijn, maar zo werkt het niet helemaal. Bij een XOR poort is de uitgang 1 als er een oneven aantal ingangen 1 is. Kijk maar eens bij de waarheidstabel van een XOR met drie ingangen. Dan zie je dat bij een oneven aantal ingangen dat laag is, de uitgang laag is.

Ingangen			Uitgang
P_1	P_2	P_3	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Let ook weer op de tekening van het symbool: weer net subtiel anders als bij de OR of AND poort. Een geïnverteerde uitvoering van de XOR zoals bij de NOR en de NAND ken ik niet; als je dat nodig hebt zet je er maar een inverterende buffer achter. Die maken van een nul een één en omgekeerd. Nou ik je toch aan het overvoeren ben met "logische" informatie kan ik het toch niet nalaten om er wat theorie tegenaan te gooien. Als je bepaalde poorten niet hebt, kan je logische functies "transformeren" zodat je je probleem misschien kunt oplossen met poorten die je nog wél overhebt. Een bekende transformatie is het theorema van De Morgan. Zo heet de man die dat bedacht heeft. Die theorema's of wetten komen op het volgende neer:

$$\overline{a.b} \equiv \bar{a} + \bar{b}$$

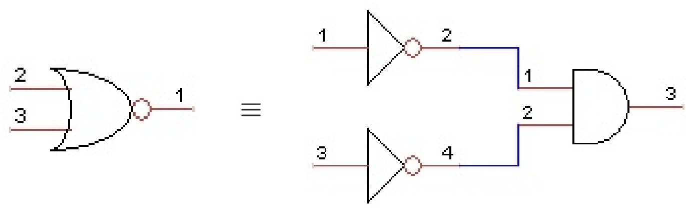
Het ziet er moeilijker uit dan het is. Een punt tussen twee variabelen betekent hier "EN". De + betekent hier "OF". En een streep boven een variabele betekent "niet", ofwel geïnverteert. De drie strepen boven elkaar betekenen "komt overeen met". Hoe ziet dat er uit in poorten:



Een AND poort waarvan de uitgang geïnverteerd is, doet dus hetzelfde als een OR poort waarvan de ingangen geïnverteerd zijn! Het omgekeerde geldt ook:

$$\overline{a + b} \equiv \bar{a}.\bar{b}$$

En dat weer in poorten weergegeven:

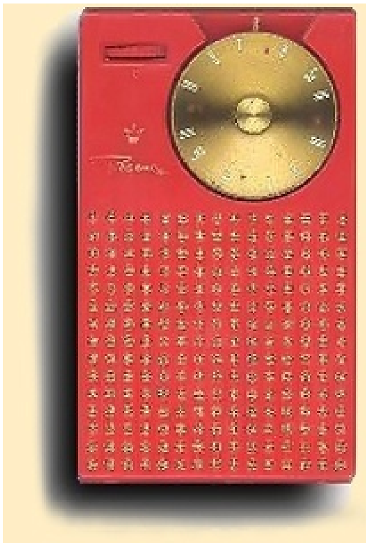


Een OR poort waarvan de uitgang geïnverteerd is, doet hetzelfde als een AND poort waarvan de ingangen geïnverteerd zijn. En zo kan je dus toch een NOR poort maken als je alleen maar een AND en twee inverters hebt. Handig hè?", besloot Opa zijn verhaal. "Het blijft me altijd weer verbazen dat als ik een simpele vraag stel, U er een complete encyclopedie bij weet te halen, compleet met formules vanaf het ontstaan van het heelal", merkte Pim op. "Na de OR poort had ik mijn antwoord al. Maar bedankt voor de toegift; ik weet nu in elk geval een hoop meer van 'logische' schakelingen", zei Pim, en liep weer terug naar zijn werkbank, een geamuseerde Opa Vonk achterlatend.

Nostalgiehoek



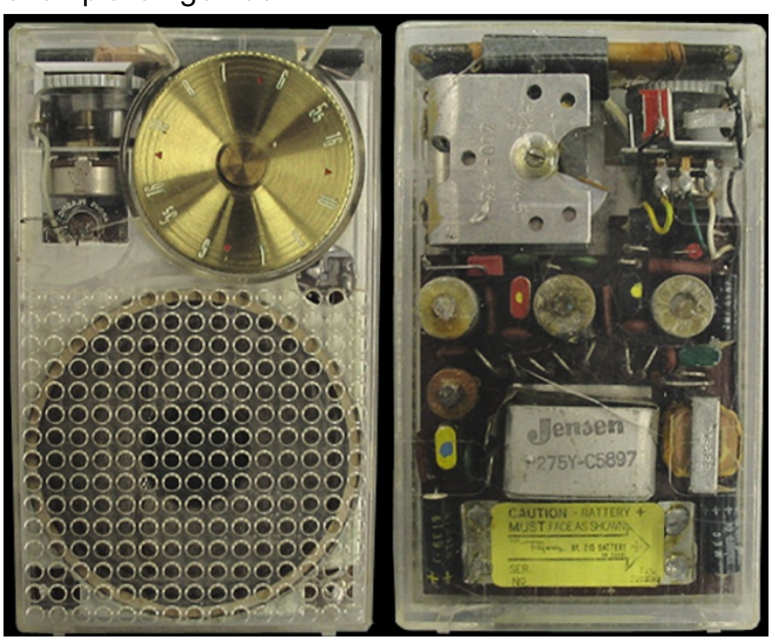
De Regency TR-1 Transistor Radio



De eerste transistor radio kwam op 18 oktober 1954 op de consumentenmarkt.

De Regency TR-1 beschikte over vier germanium transistoren die werkten op een 22,5-Volt batterij die zorg droeg voor een speelduur van twintig uur. Het apparaat woog 312 gram en kostte $49.95.

In eerste instantie waren vier kleuren van de plastic behuizing leverbaar: Zwart, Ivoor, Mandarijn Rood en Grijs; al spoedig gevolgd door Mahony en Bosgroen. Het aantal kleuren steeg gestaag als gevolg van de marketing van de TR-1 als een "Stijl accessoire". Daarnaast zijn er nog een zeldzaam aantal doorzichtige exemplaren gemaakt.



Het gevecht om de eerste plaats

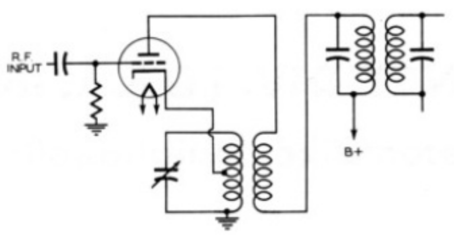
Raytheon, Regency/TI en de onbekende Tokyo Tsushin Kogyo company uit Japan werken om het hardst om de eerste transistor radio op de consumentenmarkt te brengen. Het Regency/TI team bereikte dat doel in oktober, 1954, gevolgd door Raytheon in het daaropvolgende jaar, kort daarop weer gevolgd door Tokyo Tsushin Kogyo. Voor deze laatste firma was het op de massamarkt brengen van een transistor radio een belangrijke mijlpaal; het hielp de Japanse economie weer een beetje op gang na de tweede wereldoorlog en het was tevens belangrijk voor het Japanse zelfbeeld. Uiteindelijk veranderde het bedrijf haar naam zodat ook de Amerikanen het uit konden spreken, en de nieuwe nam werd...... Sony.

Texas Instruments voelde zich begin 1954 een beetje een muurbloem, met een germanium junction transistor in de hand maar geen enkele grote radiofabrikant die 'm in hun producten wilde stoppen. Ook al had Raytheon het jaar daarvoor succes gehad met de eerste massa-geproduceerde transistor, RCA, Sylvania en Philco waren gewoon nog niet klaar voor de toepassing van de nieuwe transistor. Maar in juni kwam daar verandering in toen Texas Instruments een joint venture aanging met Regency voor het produceren van grote aantallen radio's voor de kerstmarkt. Het was een meesterzet en vanaf dat moment was Texas Instruments in één keer een belangrijke medespeler op de nieuwe markt voor transistorradio's.

Het succes van de TR-1

Transistor radio prototypes die gemaakt werden vóór de TR-1 vereisten het met de hand selecteren en matchen van elektronische componenten om ze werkend te krijgen, wat de kosten voor massaproductie veel te hoog maakte. Regency's hoofdingenieur, Dick Koch, zette de deur naar het succes van de TR-1 open door het ontwerp van een tegenkoppelcircuit waardoor de tolerantie van componenten grotendeels gecompenseerd werd en deze zonder selectie vooraf op de print gesoldeerd konden worden. Dat ontwerp was doorslaggevend, en 140.000 TR-1's rolden van de lopende band.

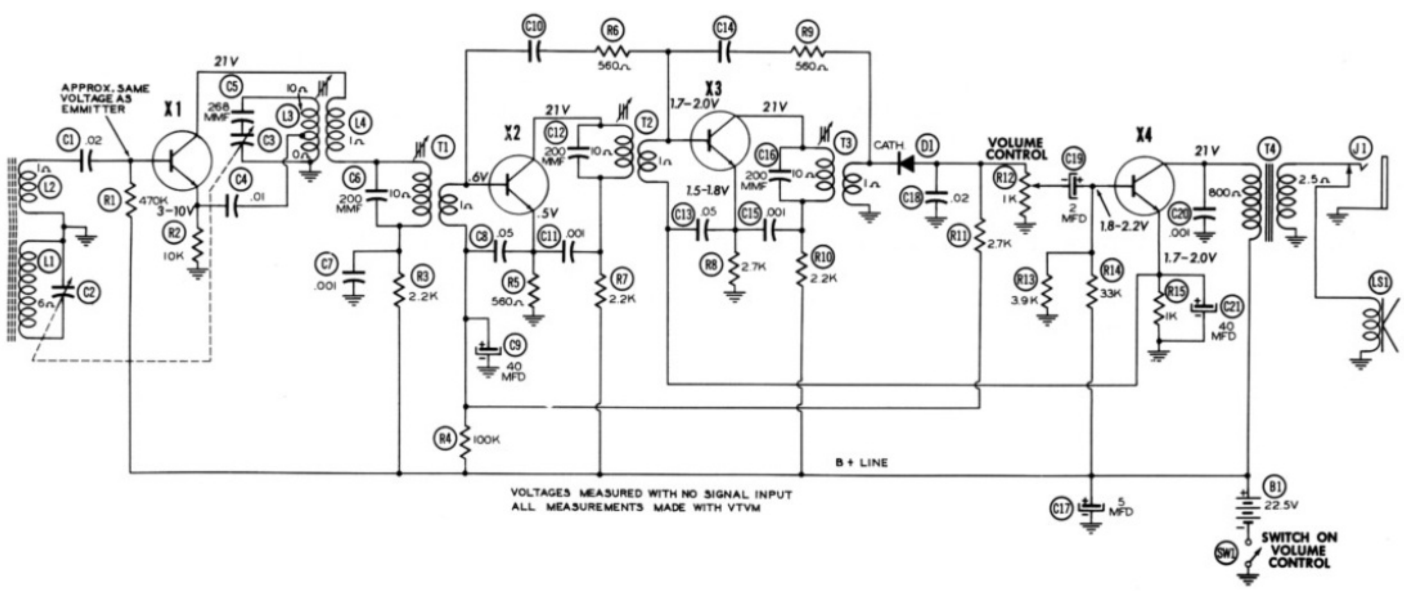
Zoals bijna alle transistorradio's beschikte de TR-1 over een ferriet antenne. Een laagohmige spoel (de basisimpedantie van de eerste transistor ligt rond de 500 Ohm) koppelt het antennesignaal met de zelfoscillerende mengtrap; een truc die afgekeken was van de buizentechniek en die vooral bedoeld was om componenten te besparen.



Buizenequivalent van de zelfoscillerende mengtrap; vergelijk met de eerste transistortrap in de TR-1 hieronder.

De middenfrequent transformatoren zijn van het type afgestemde primaire, niet-afgestemde secondaire wikkeling, en de resonantiefrequentie is 262kHz. De secondaire wikkeling bestaat uit slechts enkele windingen om een goede aanpassing te verkrijgen met de lage ingangsimpedantie van de transistoren. Over de primaire van de trafo staat een vaste condensator, en afstemming wordt gerealiseerd door de verstelbare ijzerkern. De twee middenfrequenttrappen zijn vrijwel identiek en de transistoren staan in gemeenschappelijke emitter schakeling. Aangezien de transistor een driedraads versterker element is, en als zodanig te vergelijken is met een triode, en aangezien een triode geneutraliseerd moet worden, moet ook de transistor geneutraliseerd worden. Dat wordt gerealiseerd met een serieschakeling van een weerstand en een condensator waarmee een deel van het uitgangssignaal teruggevoerd wordt naar de ingang.

Alleen de eerste middenfrequent trap wordt geregeld door het AVC signaal. Dat signaal wordt afgeleid van de diode detector, gefilterd en dan toegevoerd aan de basis van de eerste MF trap. Neemt het signaal toe, dan wordt meer negatief opgewekt en wordt de versterking van de transistor verminderd. Andersom, bij zwakkere signalen neemt de versterking juist toe. De tweede MF trap krijgt zijn basisinstelling van de emitter van de laagfrequent uitgangstransistor. Die spanning is flink ontkoppeld met een elco waar-



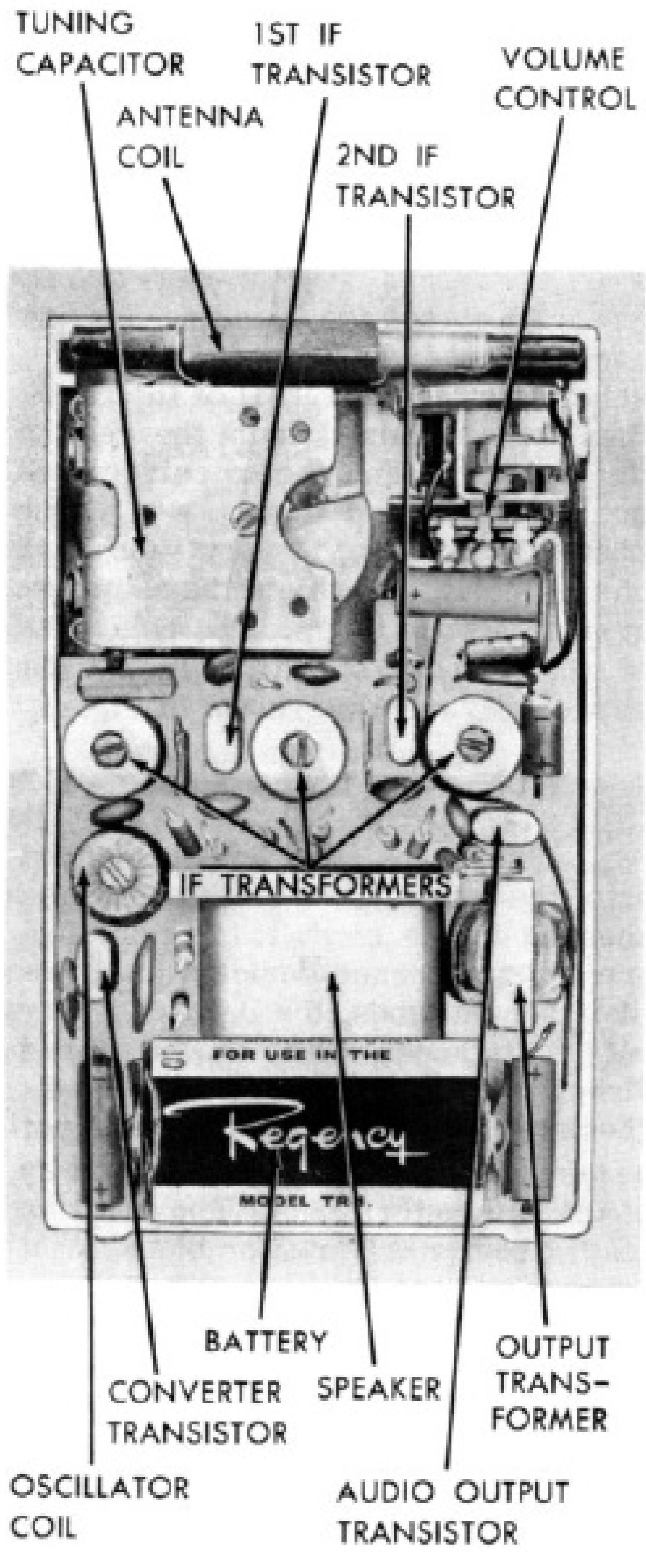
mee de basisspanning gestabiliseerd wordt. De diode detector trap, bestaande uit een Raytheon CK706A of een Tungsol TS117 kristaldiode, is direct met de volumeregelaar verbonden. De lage weerstand van de potmeter (1k) is noodzakelijk voor de juiste impedantie aan de basis van de eindtransistor.

De eindtransistor staat weer in geaarde basisschakeling en is ingesteld via een spanningsdeler. Dit in combinatie met de emitterweerstand zorgt ervoor dat de instelling niet wegloopt bij veranderende omgevingstemperatuur. De collector impedantie van de transistor is ongeveer 10k; een waarde die aanzienlijk lager lag dan gebruikelijk voor transistoren van dat type.

De uitgangstransformator past die 10k aan naar de 12-15 Ohm impedantie van de luidspreker. Die luidspreker was slechts 7cm in doorsnede en gaf nog een behoorlijke kwaliteit en volume voor zo'n klein apparaat. Er was ook een oortelefoon beschikbaar voor het toestel waarmee de ingebouwde luidspreker meteen uitgeschakeld werd.

De voeding van de radio geschiedde uit een gehoorapparaat-batterij van 22.5V (moet nogal een gehoorapparaat geweest zijn trouwens. Waarschijnlijk met een handvat). De stroomopname bedroeg ongeveer 4mA bij ontvangst van een lokaal radiostation en de levensduur van de batterij was 20-30 uur, een beetje afhankelijk van hoe vaak en hoe lang de radio gebruikt werd.

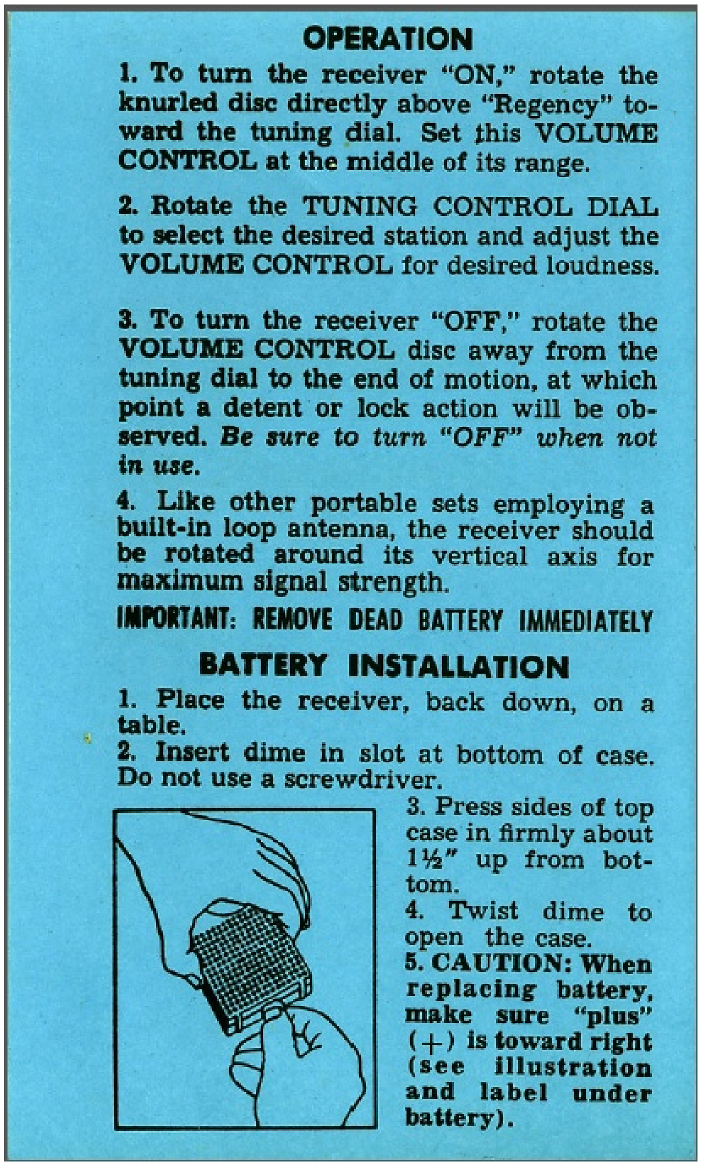
De gebruiksaanwijzing waarschuwt nadrukkelijk dat het mogelijk is om de batterij er verkeerdom in te zetten. Je zou denken dat de transistoren daarmee beschadigd zouden worden, maar gek genoeg konden die de mishandeling wel aan. De elco die over de voeding staat kon dat echter niet, en dat was de reden voor de waarschuwing. Hier rechts zie je hoe de radio was opgebouwd, en men benadrukte nog maar eens hoe klein de middenfrequent trafo's, de uitgangstransformator en de afstemcondensator wel niet waren. Gewend als men was aan de grofstoffelijke afmetingen van de componenten uit buizenapparatuur, waren de afmetingen van dit soort componenten voor die tijd een wonder van miniaturisering.



Van de TR-1 was uitgebreide servicedocumentatie beschikbaar. De batterij moest vervangen worden als de spanning gedaald was tot ergens tussen de 12 en 14V. De ontvanger werd dan meer "regeneratief" en aan het oscilleren was te horen dat de batterij aan vervanging toe was. Men ging ook uitgebreid in op de meter die de technicus gebruikte; het kwam in die tijd nog wel eens voor dat de gebruikte universeelmeter een plus op zijn zwarte, en een min op zijn rode meetpen gaf. Ook hier was de angst voor beschadiging van de elektrolytische condensatoren groter dan de angst voor beschadiging van de halfgeleiders. Kennelijk waren die elco's gauw stuk in die tijd. Dat blijkt ook uit de meest voorkomende fout: Oscillaties van de radio, als gevolg van een defecte elco over de voeding (wellicht als gevolg van foute plaatsing van de batterij) of als gevolg van een defecte elco in de emitter van de laagfrequent uitgangstransistor. Die verzorgt immers de basis instelling van de tweede MF trap en als die niet ontkoppeld is, heb je een oscillator. Zelfs C19, tussen de loper van de volumeregelaar en de basis van de eindtor, wordt genoemd als bron van storing (in de vorm van het totaal ontbreken van geluid).

Tevens was voorzien in een uitgebreide foutzoek procedure, plus een instructie voor het afregelen van de radio. Daartoe werd een meetzender met een koppellusje gekoppeld aan de ferriet antenne, en werd begonnen met de injectie van 262kHz, AM gemoduleerd met 400Hz (op mijn HP606 meetzender zit deze mogelijkheid). Daarmee werden de MF trafo's op maximaal signaal gedraaid. Hierna werden de oscillatorspoel en -trimmer beurtelings op maximum afgeregeld op respectievelijk 535 en 1630kHz. Vervolgens de antenne trimmer op maximum draaien bij 1500kHz en de radio was afgeregeld.

Ging er een transistor stuk, dan had je een probleem. Want omdat de transistoren uit de TR-1 nog maar zo kort op de markt waren, waren ze niet verkrijgbaar via distributeurs. Er diende dan contact opgenomen te worden met de fabriek die ze dan voor een vaste prijs verving.



OPERATION

1. To turn the receiver "ON," rotate the knurled disc directly above "Regency" toward the tuning dial. Set this VOLUME CONTROL at the middle of its range.

2. Rotate the TUNING CONTROL DIAL to select the desired station and adjust the VOLUME CONTROL for desired loudness.

3. To turn the receiver "OFF," rotate the VOLUME CONTROL disc away from the tuning dial to the end of motion, at which point a detent or lock action will be observed. *Be sure to turn "OFF" when not in use.*

4. Like other portable sets employing a built-in loop antenna, the receiver should be rotated around its vertical axis for maximum signal strength.

IMPORTANT: REMOVE DEAD BATTERY IMMEDIATELY

BATTERY INSTALLATION

1. Place the receiver, back down, on a table.
2. Insert dime in slot at bottom of case. Do not use a screwdriver.
3. Press sides of top case in firmly about 1½" up from bottom.
4. Twist dime to open the case.
5. CAUTION: When replacing battery, make sure "plus" (+) is toward right (see illustration and label under battery).

Gebruiksaanwijzing van de TR-1

Hoe men in die tijd tegen transistoren aankeek, bleek wel uit het volgende: De directeur van IBM, Thomas J. Watson, Jr, zag transistoren als de toekomst voor computers, en besloot dat IBM geen machines met buizen meer mocht maken na 1 juni 1958. Maar zijn ontwerpers waren terughoudend in het omarmen van deze nieuwe techniek. Watson kocht stapels Regency TR-1's om een voorbeeld te stellen voor zijn personeel. Als er een ingenieur kwam klagen bij Watson over zijn besluit om geen buizen meer toe te staan, gaf hij ze gewoon een TR-1.

De adjunct directeur van Texas Instruments, Pat Haggerty, had het revolutionaire besef dat hij een transistor in elk huishouden kon krijgen - door een transistor radio te bouwen...

Tien jaar later bedacht Haggerty dat hij ook wel een microchip in elk huishouden kon krijgen. Ook daar kreeg hij wel gelijk in.

De Regency TR-1 was de eerste radio die in massaproductie gemaakt werd. In 2004 is zijn 50-jarig bestaan nog uitgebreid herdacht. Het is een gewild verzamelobject, en luidde een tijdperk in van verdergaande miniaturisering en verpersoonlijking van het luisteren naar muziek. En dat allemaal met 4 germanium transistoren...

De Minima HF transceiver

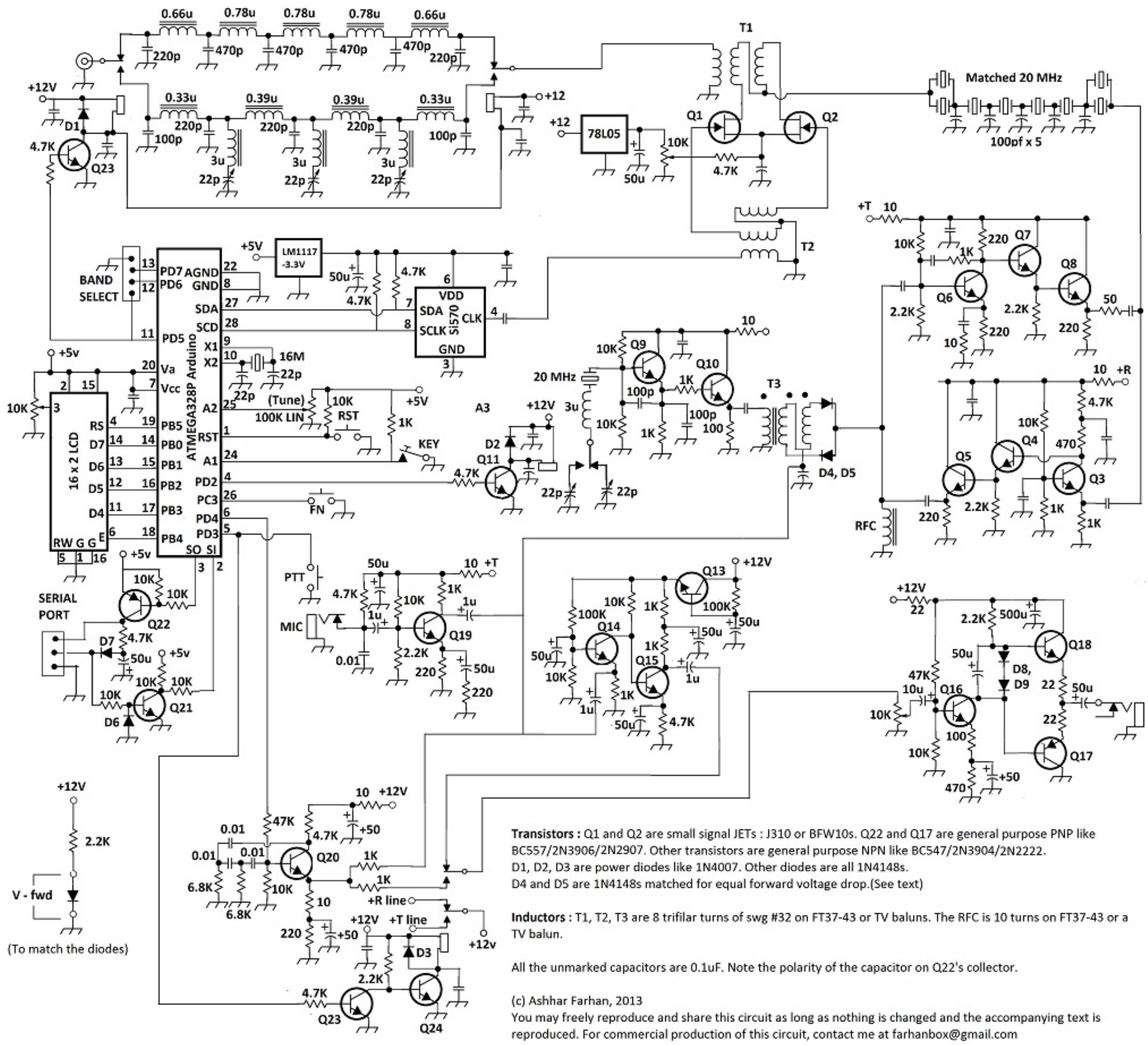
Hij was al een tijdje beloofd en aangekondigd door Ashhar Farhan, VU2ESE, maar eindelijk zijn de details vrijgegeven: de Minima HF transceiver, die volgens zeggen voor onder de $100 gebouwd kan worden en die 5W biedt in het hele HF gebied van 160-10m. Als de naam Ashhar Farhan je bekend voorkomt, dan kan dat kloppen: het is dezelfde amateur die de BitX20 bedacht heeft. Zijn drijfveer: Indiase mede-amateurs die vaak niet over de middelen beschikken (zowel financieel als qua beschikbare componenten) om een fatsoenlijke transceiver te kopen of te bouwen, de mogelijkheid te geven met beperkte middelen toch QRV te worden. In de originele BitX20 uitte zich dat bijvoorbeeld in het gebruik van gordijnringen als spoelvormen. Daar werd door de westerse wereld natuurlijk onmiddellijk een FT37-43 voor gebruikt, maar als je die niet hebt is een gordijnring een vernuftige vonst. Maar laten we eens kijken wat het nieuwe ontwerp ons biedt:

- Een Superheterodyne ontvanger. De MF is 20 MHz.
- Geen HF versterking vóór het kristalfilter. Daardoor heeft de ontvanger een lage vervorming en is goed genoeg bestand tegen de sterke signalen die tegenwoordig op de banden te vinden zijn.
- Gemakkelijk in gebruik. Met één enkele knop stem je af over de hele HF band. De juiste zijband wordt automatisch geselecteerd.
- Eenknopsbediening. De enkele Functie-knop schakelt de RIT en wisselt tussen de twee VFO's.
- 1 watt output. Zelf een lineair toevoegen voor meer vermogen.
- Geen moeilijke afregeling nodig. Alleen de BFO frequenties instellen, de notch in het laagdoorlaatfilter afregelen en klaar is keer.
- Makkelijk te bouwen. Er zitten niet veel meer componenten in dan in de BITX.
- Gebaseerd op Arduino. De transceiver wordt bestuurd met de eenvoudige, universeel verkrijgbare microcontroller.
- Makkelijk te hacken. Programmeer de Minima naar eigen inzicht, verander de schakelingen en experimenteer naar hartelust.

Schakelingen ontwerpen gaat voornamelijk over het maken van keuzes en beslissen wat er níét in moet. Dus, wat zit er niet in de Minima?

- Geen AGC. Een goede AGC voor de Minima maakt de transceiver complexer. Er is de voorkeur gegeven aan onvervormd geluid uit een compromisloze signaalweg.
- 1 Watt output. Je zal zelf een lineair toe moeten voegen voor meer vermogen.
- Een 20 MHz notch. De transceiver heeft een diepe notch rond 20 MHz. Ofwel: de transceiver werkt overal in de HF banden, behalve op 20 MHz.

Inmiddels is er wereldwijd een hele groep amateurs die aan dit ontwerp sleutelen. Het schema zoals Ashhar Farhan dat in eerste instantie vrijgegeven heeft zie je op de volgende bladzijde. Degenen die ooit ook de Bitx20 hebben gebouwd, zullen ongetwijfeld de bi-directionele versterkers herkennen.



Het schema van de Minima HF transceiver.

Waarom is gekozen voor een middenfrequent van 20MHz? Bij een general coverage ontvanger wil je een zo hoog mogelijke middenfrequent zodat de spiegel zo ver als mogelijk van de doorlaatband van de ontvanger komt te liggen. De keuze voor 20MHz is ingegeven door het feit dat dat ongeveer de microprocessorkristallen met de hoogste grondfrequentie zijn. En microprocessor kristallen zijn goedkoop. Het voordeel van die hoge middenfrequentie is dat de spiegelfrequenties nu in het gebied van 40 tot 70 MHz komen te liggen - op veilige afstand van het 0-30 MHz werkgebied van de Minima.

In het schema gebruikt het front-end twee laagdoorlaatfilters. Het eerste filter loopt van 0 tot 15 MHz en het tweede filter loopt van 0 tot 30 MHz. De filters hebben drie functies:

Werk je tussen 0 en 15 MHz, dan loopt de local oscillator van 20 tot 35 MHz. Hoewel de balansmixer bestaande uit T2, Q1, Q2 en T1 het oscillatorsignaal op de HF poort onderdrukt, zorgt het eerste laagdoorlaatfilter met de afsnijfrequentie op 15MHz ervoor dat er voldoende onderdrukking van eventueel resterend oscillatorsignaal plaatsvindt als er onder de 15MHz

gewerkt wordt.
Werk je tussen 15 en 30 MHz, dan wordt het tweede laagdoorlaatfilter gebruikt met de afsnijfrequentie op MHz. Daarnaast mag het filter in beide richtingen geen 20 MHz doorlaten. Om dat te realiseren zijn er drie zuigkringen op 20MHz aangebracht in het tweede laagdoorlaatfilter.
Bij het afstemmen van detransceiver tussen 0 en 30 MHz loopt de local oscillator frequentie van 20 tot 50 MHz, en dus de spiegelfrequenties van 40 tot 70 MHz. Beide laagdoorlaatfilters geven voldoende onderdrukking van de spiegelfrequenties.

De mixer die gevormd wordt door T1, T2, Q1 en Q2 heeft bijzondere eigenschappen. Als je goed kijkt zie je dat de gates van de twee JFETs aangestuurd worden door de VFO met de Si570 en niet door het signaal! De twee transistors Q1 en Q2 worden beurtelings op hun gates aan en uit geschakeld door het VFO signaal. De transistoren verbinden dan om en om een uiteinde van T1's primaire winding naar massa (feitelijk naar de gemeenschappelijke ontkoppelcondensator). Daardoor wordt het HF signaal in stukjes gehakt met de frequentie van de local oscillator. Dat resulteert in een schakelende mixer. Net zoals andere schakelende mixers, werkt ook deze mixer twee kanten op.

De mixer is in twee opzichten bijzonder:

- In tegenstelling tot een diode mixer gedraagt hij zich niet slecht zonder een diplexer of een bufferversterker voor de mengtrap.
- In tegenstelling tot andere passieve mixers zijn de mengverliezen verrassend laag.

Door deze voordelen kan de mixer direct met het kristalfilter verbonden worden. Door dit ontwerp is de ontvangst kristalhelder en daarnaast is het niet nodig om in het front-end van alles om te schakelen als je van ontvangen naar zenden gaat en omgekeerd!

Het kristalfilter op 20 MMz is een belangrijk onderdeel van de Minima. Er wordt een iets grotere bandbreedte dan normaal gebruikt voor een veel betere ontvanger-ervaring. Dat geldt overigens voor SSB. Voor CW wil je eigenlijk een veel kleinere bandbreedte. In het forum van de Minima gaan discussies omtrent het aanpassen van de filterbandbreedte, op een manier zoals dat ook bij de Elecraft transceivers gebeurt. De 100pF condensatoren in het filter worden dan vervangen door zenerdioden (die als Varicap gebruikt worden; "echte" Varicaps worden zeldzaam en dientengevolge onbetaalbaar) en door de capaciteit met een aangelegde spanning te variëren kan de bandbreedte dan aangepast worden. Daar kan je zelf eventueel mee experimenteren. Het filter gebruikt aan de uiteinden twee parallel geschakelde kristallen. Daardoor heeft het filter een heel lage rimpel. Het kristalfilter is berekend voor een afsluitweerstand van 50 Ohm.

De local oscillator van de Minima gebruikt zoals net al even aangestipt de bekende Si570 chip van Silicon Labs. In tegenstelling tot DDS frequentiegeneratoren heeft deze chip een opmerkelijk schone faseruis en bijna geen spurious (ongewenste) frequenties. Het is wel een 8 pins SMD component, maar desondanks makkelijk te solderen. Met een 25W bout met niet al te grove punt soldeer je 'm makkelijk vast.

De middenfrequent versterker met Q5 t/m Q8 zal voor de BitX-ers een feest van herkenning zijn. Tijdens ontvangst loopt het signaal een verzwakking van 10 dB op in het laagdoorlaatfilter, de mixer en het kristalfilter voordat het op het ontvangststuk van de middenfrequentversterker terecht komt (met Q3 t/m Q5). Die versterker moet dus een heel laag ruisgetal hebben om de ontvangstgevoeligheid te waarborgen. De gemeenschappelijke basisschakeling van Q3 met 0.5mA emitterstroom heeft een lage ruis en een ingangsimpedantie van 50 Ohm. Het lijkt er dus op of zowel Q8 als Q3 een uitgangssignaal leveren omdat beiden met de emitter aan het kristalfilter zitten. Maar doordat de basis van Q3 voor HF aan massa ligt met een condensator, is de emitter van Q3 de ingang en het signaal wordt afgenomen aan de collector. Ingenieus, nietwaar?

Transistoren Q4 en Q5 transformeren de 470 Ohm collector impedantie van Q3 naar een lage impedantie voor het aansturen van de mixer met D4 en D5. Een correcte afsluiting van het kristalfilter is absoluut noodzakelijk voor een minimale rimpel in de doorlaatband.

De zend-middenfrequent versterker met Q6 t/m Q8 gebruikt een standaard teruggekoppelde versterker met een hoger ingestelde ruststroom omdat deze versterker een stuk sterkere signalen te verwerken krijgt van de modulator. Beide versterkers zijn afgeleid van het werk van Kopski en Hayward aan de BITX versterkers.

Dan de VXO kristaloscillator met Q9 en Q10. Een door de Arduino processor bestuurd relais schakelt tussen twee trimmers die de kristalfrequentie aanpassen voor lage of hoge zijband.

Diode modulatoren zoals hier met T3, D4 en D5 hebben normaal gesproken een draaggolfonderdrukkingsafregeling. Die afregeling is dan meestal kritisch en onvoldoende. In de Minima wordt dat probleem ondervangen door gepaarde dioden toe te passen. Links onder in het schema zie je hoe dat moet: een 2k2 weerstand in serie met de diode en dan maar diodes meten totdat je er twee hebt met nagenoeg dezelfde doorlaatspanning. Een flinke zak diodes kopen dus. Ze kosten bijna niets en komen altijd wel weer ergens van pas.

Met zorgvuldig uitgezochte diodes kan de draaggolfonderdrukking makkelijk beter zijn dan -50 dBc in combinatie met een strak gewonden T3 en de steile flank van het kristal filter.

Tot aan het laagfrequentdeel is de ontvangstversterking zorgvuldig zo laag mogelijk gehouden; net genoeg om een fatsoenlijk ruisgetal te handhaven tot aan de detector. Als gevolg daarvan zit bijna alle versterking van de Minima in het laagfrequent deel. Daardoor is de bouw van de Minima niet kritisch.

De laagfrequent versterkingsketen is helemaal opgebouwd met discrete transistoren om de hoge geluidskwaliteit en lage vervorming in lijn te houden met de rest van de ontvanger-prestaties.

De Arduino is een heel populair en makkelijk te gebruiken microcontroller systeem. Hij is gebaseerd op een speciaal geprogrammeerde ATMEGA328P chip en een ontwikkelomgeving voor de PC. Daarmee kan je programmeren in de hogere programmeertaal C, wat eenvoudiger is dan assembly (machinetaal). De code wordt geprogrammeerd via een seriële poort zonder dat er een programmer nodig is.

De Arduino bestuurt een aantal functies:

- Bestuurt de frequentie van de Si570 via de I^2C interface en de Wire library.
- Bestuurt het 16x2 LCD display via 5 draadjes.
- Afstemming met RIT en twee VFO's.
- Automatische omschakeling van de laagdoorlaatfilters en de zijbanden.
- Zend/ontvangst omschakeling.
- Sleutelen in CW.

Programma's voor de Arduino worden ook wel 'sketches' genoemd. De Minima sketch is te downloaden van:
https://github.com/afarhan/radiono

Laten we voor het begrip eens kijken wat er gebeurt tijdens de ontvangst. De HF signalen komen links boven binnen op één van de laagdoorlaatfilters. In de mixer met T1, T2, Q1 en Q2 wordt het signaal gemengd met het local oscillator signaal uit de Si570 waarmee de middenfrequentie van 20MHz wordt verkregen. Dat signaal passeert het kristalfilter en wordt daarna versterkt door de ontvangstversterker met Q3 t/m Q5. Vervolgens gaat het signaal naar de balansmixer met T3, D4 en D5, die zijn andere signaal krijgt van de 20MHz VXO met Q9 en Q10. Aan de onderkant van de mixer komt het inmiddels laagfrequente signaal eruit en gaat naar de versterker met Q14 en Q15. Q14 staat in geaarde basisschakeling en dus komt het signaal op de emitter binnen! Op de

collector van Q15 komt het versterkte signaal er weer uit en loopt via het relais contact naar de LF eindversterker met Q16 t/m Q18.

Bij zenden in SSB wordt het microfoonsignaal allereerst versterkt met Q19. Daarna komt het signaal terecht op de onderkant van de balansmixer met T3/D4/D5 en onstaat met het 20MHz VXO signaal een dubbelzijbandsignaal met onderdrukte draaggolf. Dat wordt nu versterkt met Q6 t/m Q8 en door het kristalfilter geleid, waar de ongewenste zijband afgesneden wordt. Het dan overgebleven SSB signaal wordt dan in mixer T1/T2/Q1/Q2 gemengd met het local oscillator signaal en via het desbetreffende laagdoorlaatfilter naar de HF bus geleid.

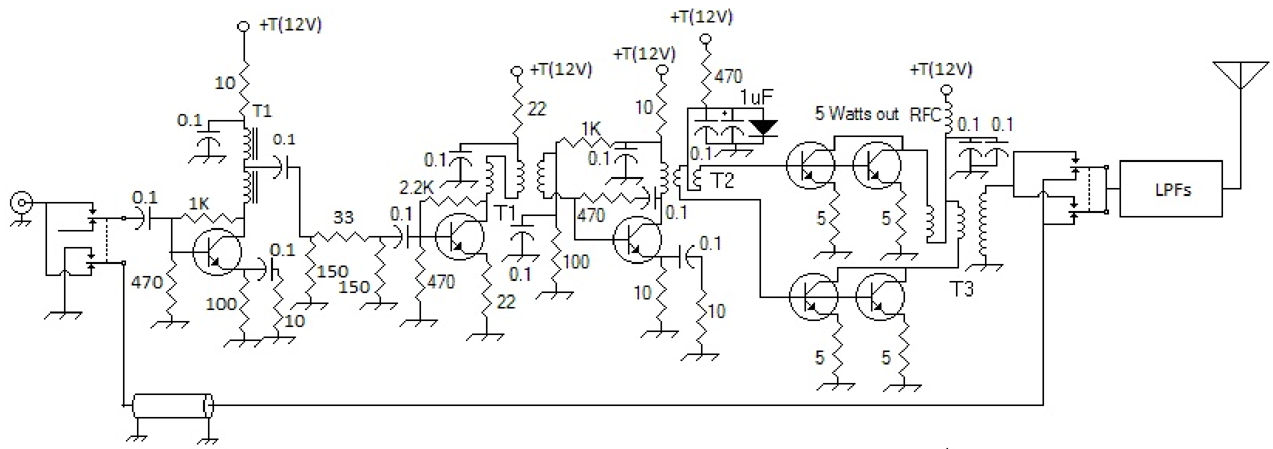
In CW gaat het iets anders: de key is verbonden met de microprocessor en schakelt dus niet direct de zender! De processor schakelt met zijn pin 6 een 700Hz laagfrequent oscillatortje gevormd door Q20. Het uitgangssignaal daarvan gaat naar de emitter van Q14 - die in gemeenschappelijke basisschakeling staat, en daarmee vervolgt het signaal zijn weg net zoals bij SSB. Feitelijk wordt een 700Hz signaal toegevoerd in plaats van het microfoonsignaal. Daarnaast wordt het 700Hz signaal via het bij zenden aangetrokken relais naar de laagfrequent eindtrap met Q16 t/m Q18 geleid voor de side tone.



Prototype van de Minima, voorzien van microfoon (links) en seinsleutel (rechts)

Zoals je in het schema hebt kunnen zien, is er niet voorzien in een eindtrap. Ashhar gebruikt een ietwat gemodificeerde versie van zijn JBOT (Just a Bunch Of Transistors), waarbij een handvol goedkope transistoren gebruikt worden om het uitgangssignaal op een enigszins aanvaardbaar niveau te krijgen. Hij is zelf niet blij met deze oplossing; op dit moment wordt in het Minima forum nog stevig gediscussieerd over mogelijke oplossingen. Dat in India transistoren lastig te verkrijgen en duur zijn is voorstelbaar, maar het is even voorstelbaar dat we in de westerse wereld met iets duurdere transistoren in één keer een hoop meer

QRP Linear
Just a Bunch of Transistors



Note the transformers carefully (All windings are 26 swg)
T1: trifilar winding on TV balun cores (use FT37-43 instead) 7 turns (7:7:7:)
T2: primary ten turns, secondary of 3 turns bifilar (10:3:3) on TV balun core (use FT37-43 instead)
T3: Primary 5 turns bifilar, Secondary 10 turns (5:5:10), adjust turns on the secondary for best power
(Use two TV baluns stacked and taped together, or use four FT 37-43s arranged as two stacks of two each)
RFC: 10 turns on TV balun of FT 37-43
All transistors 2N2218 or equivalent, All of them with small clip-on heatsink

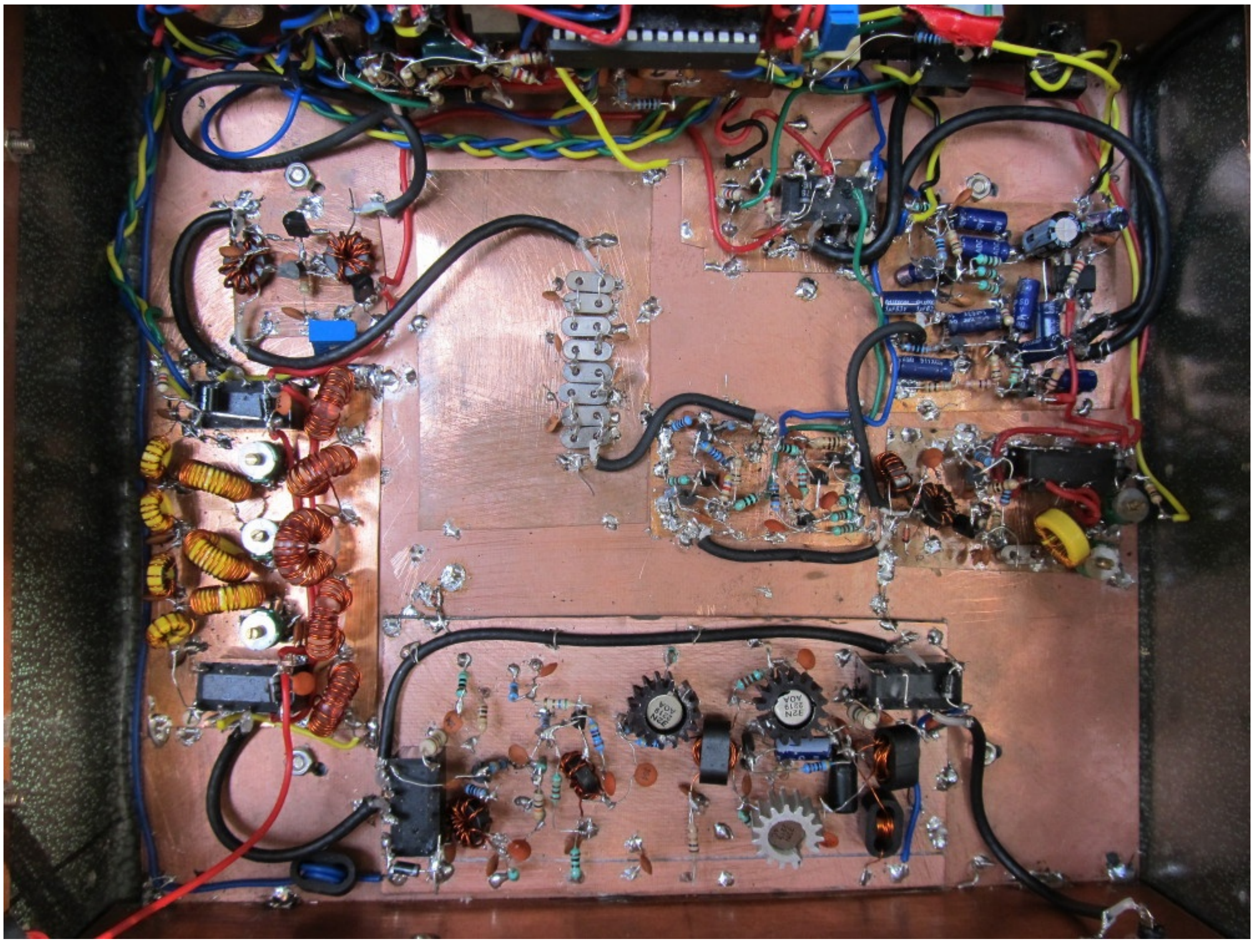
vermogen kunnen maken. Het streven zou zijn om ergens tussen de 5 en 10 Watt uit te komen. Daarmee kom je op het niveau van een FT817 en daar zijn best verbindingen mee te maken, zeker in CW. En 5W is een mooi stuurvermogen voor b.v. de 40W lineair zoals die eerder in de RAZzies beschreven is, of een andere eindtrap naar keuze. Deze discussie loopt nog.

Uiteraard moeten bij de JBOT of elke andere HF eindversterker nog wel filters toegevoegd om aan de eisen van het AT te voldoen. En als je nou toch een microprocessor hebt, waarom die er niet voor gebruiken. Als je links boven naast de microprocessor kijkt, zie je daar een aansluiting "Band select". De pinnen 12 en 13 kunnen - eventueel in combinatie met pin 11, die nu alleen de laagdoorlaatfilters omschakelt - gebruikt worden voor het omschakelen van de bandfilters van de eindtrap. Ook daar worden momenteel hele discussies over gevoerd.

"Is er een printje van?" is tegenwoordig een van de eerste vragen bij een zelfbouw ontwerp. Zoals je dit weekend op de website van de RAZ hebt kunnen lezen, wordt ook daar volop aan gewerkt. Een aantal amateurs heeft al een ontwerp gereed. Zie deze site voor meer informatie:
http://bit.ly/1bhUoYx

Wil je het forum volgen, dan kan dat hier:
http://www.freelists.org/archive/minima/recent

Het ontwerp nodigt ontzettend uit tot experimenteren. Ashhar claimt dat zijn ontwerp voor minder dan $100 te bouwen is. Dat is €75. Wij hebben ons voorgenomen het te gaan proberen. Onze expeditie in Liechtenstein is bij uitstek zo'n gelegenheid om dit soort dingen te bouwen en te testen. Is het eenmaal uitgekristalliseerd, dan is het wellicht een uitstekend project voor eind dit jaar. Maar je hoeft niet op ons te wachten. Op een stuk printplaat is het ontwerp prima te bouwen in de dode-kever methode. Wie wil er nou geen general coverage transceiver voor nog geen €100? Wij gaan het in elk geval proberen...



De hele transceiver opgebouwd op een stuk dubbelzijdig printplaat met de dode kever methode. Links zie je de twee laagdoorlaat filters en onder de JBOT eindtrap, zo te zien zonder uitgangsfilters. De processor zit achter het display en de frontplaat.